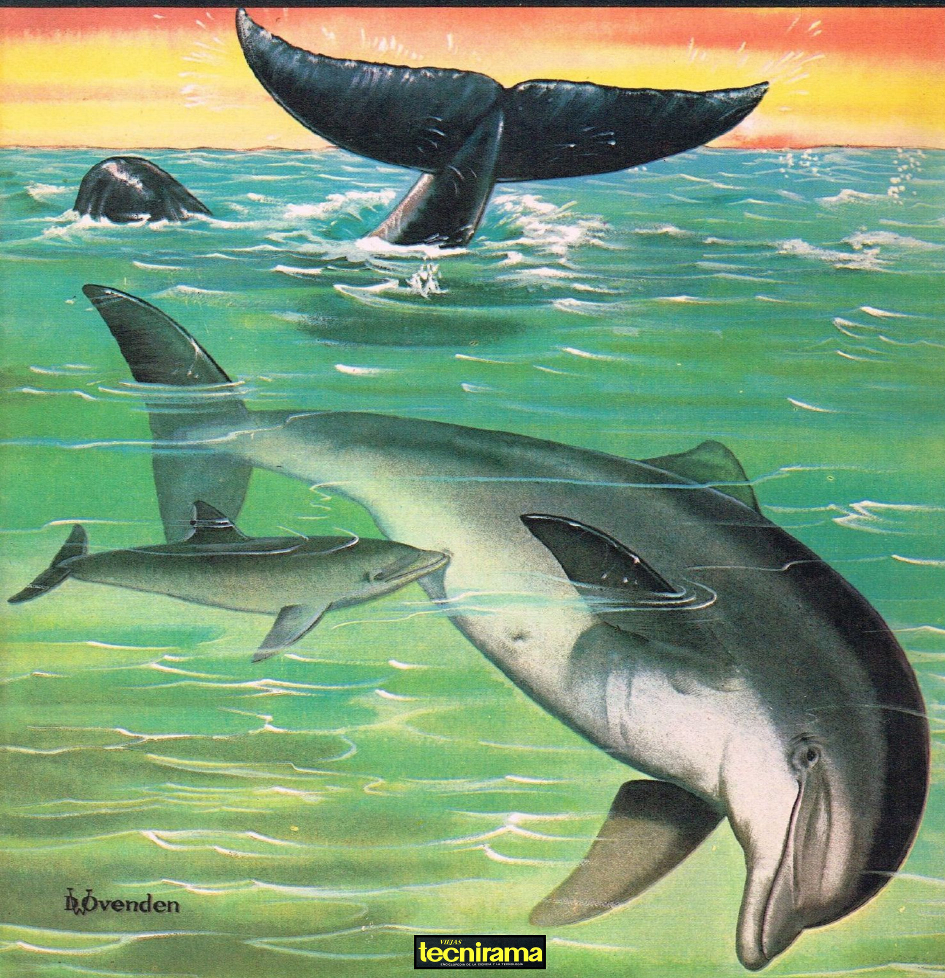
N° 40

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: **Dr. William J. CLENCH (Jefe Div. Moluscos, Museo de Zoología de la Universidad de Harvard), biología de los cetáceos. C. M. YONGE (Prof. de Zoología Marina de la Universidad de Glasgow), biología de los cetáceos. Dr. G. DOUKAN (Pres. de Caza Submarina de Francia), cetáceos. G. TERMIER (Centro Nacional de Investigación Científica de Francia), manejo del voltímetro. Samuel EIDENSHOHN (Ing. Jefe de la Electric Battery Co.), manejo del voltímetro. Edward K. KAPRELIAN (Lab. de Inv. y Revel., Armada de EE.UU.), fotometría. Dr. Kenneth V. MANNING (Prof. de Física de la Universidad de Pennsylvania), fotometría. George LEDYARD STEBBINS (Prof. de la Escuela de Agricultura de la Universidad de California), la raíz. Emil F. STEINERT (Westinghouse Electric Corp.), el generador de Van de Graaf. Ing. C. VIRGILI (España), fundamentos del automóvil. Dr. Herman H. HOBBS (Prof. de Física de la Universidad de Washington), la gravedad. Prof. Lewis D. KAPLAN (Dto. de Meteorología del Instituto Tecnológico de Massachusetts), condensación y precipitaciones atmosféricas. Louis J. BATTAN (Prof. de Física Atmosférica de la Universidad de Arizona), condensación y precipitaciones atmosféricas. Harold L. FRIEDMAN (Químico de Machines Research Center), boro y silicio.**

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada uno, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicado en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.

BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES

AÑO I
TOMO IV
Nº 40

SUMARIO

Distribuidores, Agentes de Suscripciones y Venta de Números Atrasados, ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana S. A., Carrera 7ª nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S. A., Santo Domingo 1175, Santiago. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, 1ª Calle Oriente y 4ª Avda. Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Ediciones S.A. (DEDESA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De la Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela, D. C. **MÉXICO:** Distribuidor Dispublex S. A., Dir. responsable Marcial Frigolet, *Bolívar 154, México D. F.* **NICARAGUA:** *Ramiro Ramírez Valdés, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua.* **PANAMÁ:** *José Menéndez, Apartado 2052,* Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S. A., Jirón de la Unión 284, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Compañía Uruguaya de Ediciones S. A., 25 de Mayo 620, Montevideo. **VENEZUELA:** Venezolana de Publicaciones C. A., Princ. a Sta. Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:

BIOLOGÍA DE LOS CETÁCEOS: El grabado representa un delfín recién nacido, mamando.

TARIFA REDUCIDA
Nº 7271
Correo Apartado Central B

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Hidrógeno líquido como combustible de cohetes propulsores de satélites. — El programa estadounidense denominado "Apolo", que intenta poner un hombre en la Luna, parece depender en gran parte de la posibilidad de utilizar hidrógeno líquido como combustible. La gran eficiencia de éste ha sido ya comprobada en el reciente lanzamiento del Saturno SA-5, el satélite más pesado (17 toneladas) puesto en órbita hasta el momento. El hidrógeno líquido fue el combustible empleado en la segunda fase del lanzamiento. Su potencia propulsora es superior a la del queroseno en un 35 %. Sin embargo, su manejo presenta problemas de difícil solución. Como es tan ligero, necesita grandes tanques para su almacenamiento, los cuales han de estar perfectamente aislados para mantenerlo en estado líquido. Todos los mecanismos incluidos, así como los lubricantes que intervienen en el proceso de combustión, han de tener una adecuación perfecta para trabajar a la extraordinariamente baja temperatura (—253° C) del hidrógeno líquido. La solución definitiva de estos problemas contribuirá, en gran parte, a que en un futuro próximo pueda completarse con éxito la operación Apolo.

Trasplante de corazón. — El corazón de un chimpancé ha sido trasplantado a un ser humano en la Universidad de Misisipí, en una operación de tres horas. El enfermo sobrevivió sólo una hora.

El satélite Eco II. — Un nuevo satélite gira en nuestro espacio desde finales del mes de enero: el satélite Eco II. Es un globo cuya envoltura está constituida por tres capas: la exterior y la interior son de aluminio laminado, y la intermedia de plástico. Totalmente expandido, tiene aproximadamente 40 metros de diámetro. Fue lanzado, mediante un cohete, dentro de una caja. Después de haber entrado en órbita, la caja se abrió y los rayos del Sol, al vaporizar sustancias químicas contenidas en el interior del globo, lo expandieron hasta que alcanzó su actual diámetro. El Eco II, que es visible ciertos días, refleja señales de radio de un lado a otro de la Tierra.

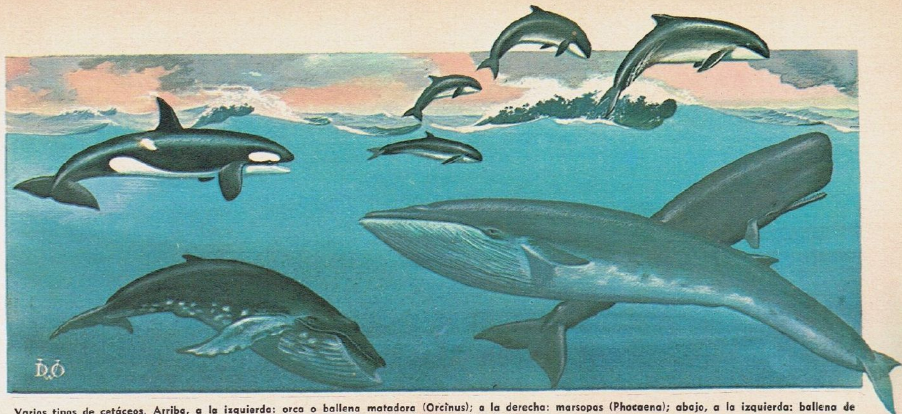


NOTICIAS DE MAÑANA

Proyecto estadounidense de avión supersónico. — Los EE. UU. han anunciado el proyecto de construir un avión supersónico, el SST, que, en principio, parece ser más barato, y podrá realizarse en un plazo menor al anunciado por el proyecto anglofrancés del Concorde, en el que se trabaja actualmente. El nuevo avión podrá volar a más de 3.500 Km. por hora y por encima de los 21 Km. de altitud. Parece ser que la clave de su éxito es el metal con el que está construido: titanio. Éste puede resistir el enorme calor que produce una velocidad tres veces superior a la del sonido. Aparte de estas ventajas de tipo tecnológico, el SST superará al Concorde en capacidad para viajeros (ya que será capaz de llevar aprox. doble número), en velocidad (un 35 % mayor) y en longitud de vuelo.

Las radiaciones atómicas al servicio de la alimentación. — Treinta millones de seres humanos mueren cada año de hambre. Durante el mismo período, veinte millones de toneladas de productos alimenticios se pierden irremediablemente. Para solucionar este problema, se están llevando a cabo detallados estudios sobre los efectos de las radiaciones sobre los alimentos. Los resultados más interesantes obtenidos hasta el momento se han registrado en los cuatro campos siguientes: inhibición de la germinación de los tubérculos, destrucción de parásitos, radiopasterización y radioesterilización. La radiación γ es la principalmente utilizada para estos propósitos. En la actualidad, se continúan estudiando los dos problemas primordiales que esta nueva técnica plantea: los posibles peligros que puedan presentar los alimentos irradiados para los que los ingieran, y su valor nutritivo. Parece haber indicios que inspiran fe con respecto a la solución de ambos problemas.

Ordenadores electrónicos que controlan procesos de fabricación. — La firma inglesa Elliott Automation ha diseñado un ordenador electrónico que, instalado en una planta de producción de etileno, en una refinería de petróleo, o en unos altos hornos, controla automáticamente lo que sucede en 500 puntos cruciales de la instalación y avisa con veinte minutos de anticipación de los posibles averías que puedan producirse.



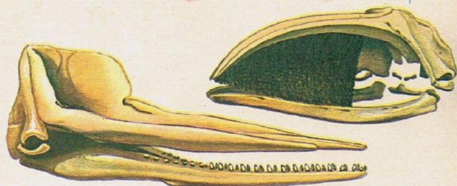
Varios tipos de cetáceos. Arriba, a la izquierda: orca o ballena matadora (Orcinus); a la derecha: marsopas (Phocaena); abajo, a la izquierda: ballena de joroba (Magaptera); a la derecha: ballena azul (Balaenoptera); detrás, cachalote (Physeter).

BIOLOGÍA DE LOS CETÁCEOS

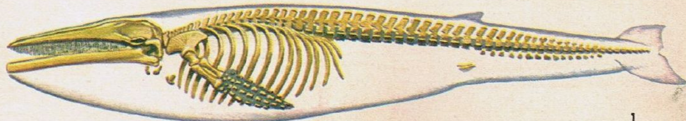
A nadie deja de impresionar el gran tamaño de algunos cetáceos, ya que son los animales más grandes que se conocen sobre la Tierra. Más que su gran tamaño, resultan de gran interés los caracteres peculiares de su anatomía y fisiología, que les permiten una adaptación perfecta en el medio acuoso. Quizá el más evidente de ellos sea su aspecto pisciforme: la cabeza es larga y, aunque poseen siete vértebras cervicales como otros mamíferos, no se aprecia el cuello, sino que a la cabeza sigue directamente su aerodinámico cuerpo. Las extremidades delanteras han tomado el aspecto de palas o remos, y su cola termina en dos grandes expansiones horizontales llamadas "aletas". Algunas especies tienen una aleta sobre el dorso, pero sin armazón ósea. El esqueleto de las extremidades delanteras es completamente distinto al de las aletas de los peces ordinarios. Las extremidades posteriores, que han desaparecido en todos los cetáceos, están únicamente representadas por un par de pequeños huesos situados en la región correspondiente.

La aleta de la cola (aleta caudal) de un pez es vertical y se mueve de izquierda a derecha para que éste avance. En cambio, los cetáceos son empujados hacia adelante por el movimiento de arriba a abajo de las aletas de la cola, que son horizontales. Tanto ésta como la aleta dorsal son pliegues duros de la piel.

Al igual que otros mamíferos, los cetáceos tienen sangre caliente. Respiran aire por medio de pulmones, y amamantan a sus crías. Sin embargo, su piel es suave y carece de pelo. Algunas especies presentan alrededor de la boca unas cuantas cerdas. La falta de pelo contribuye a reducir al mínimo el rozamiento cuando el animal se mueve en el seno del agua. La pérdida del calor corporal está disminuida por una gruesa capa de tejido adiposo, que actúa como aislante, y está situada debajo de la piel. La grasa también hace que los cetáceos floten mejor y es una reserva nutritiva que el animal puede metabolizar para proporcionar energía y para aprovechar igualmente el agua resultante. Puesto que los cetáceos respiran aire, deben salir a la superficie periódicamente para obtenerlo. Una señal característica de esto es el típico soplido de olor fétido peculiar, que actualmente se cree que consiste en aire en el que se encuentran en suspensión minúsculas gotitas de aceite. El que este fenómeno sea visible no se debe exclusivamente a la condensación en el aire de su aliento caliente, ya que es visible tanto en los trópicos como en las regiones polares. Los orificios nasales se abren en la parte superior del cráneo, lo que les permite respirar sacando superficialmente la cabeza. El extremo superior de la tráquea forma un tubo que encaja en las fosas nasales, quedando así la tráquea y los pulmones separados de la boca, por lo



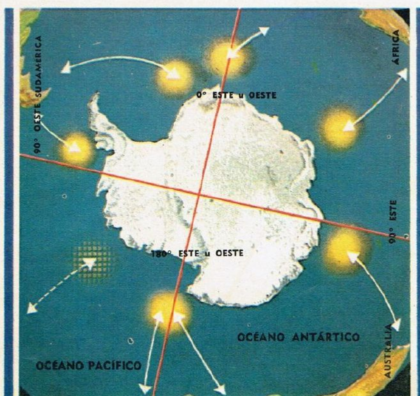
Cráneos de un odontoceto y de un mistacoceto, mostrando la disposición de los dientes en el primer caso y la ausencia de ellos en el segundo, en el que le han sido sustituidos por filas de placas córneas (ballenas) a ambos lados de la mandíbula superior.



Esqueleto de un mistacoceto. Nótese la gran longitud de la cabeza, las extremidades delanteras modificadas y la carencia de extremidades posteriores.



Un cetáceo amamantando a su cría



Mapa de la Antártida, en el que se indica la migración de las ballenas de joroba. Los experimentos en los que las ballenas son marcadas indican que permanecen en grupos bien definidos.

que puede abrir ésta estando sumergido, sin que el agua pase a los pulmones. Los orificios nasales son cerrados por poderosos músculos durante las inmersiones, de modo que los cetáceos pueden contener la respiración mientras se hallan debajo de la superficie. Se han registrado inmersiones de una hora de duración.

Los pulmones se llenan de aire, principalmente, por la acción de los músculos del tórax, ya que la contracción del diafragma, lo mismo que en otros mamíferos que viven en el agua, tiene menos importancia en este sentido. En varias partes del cuerpo existen complicadas redes de vasos sanguíneos, en las que se almacena el oxígeno absorbido, constituyendo, así, junto con el de los pulmones, un depósito extra para el tiempo de inmersión. Pero, además, los músculos también almacenan oxígeno, y esto, unido a su menor consumo del mismo durante la inmersión, hace de ellos un tercer depósito.

A los buzos y hombres ranas que trabajan a grandes profundidades se les suministra aire a presión, y, como consecuencia, si suben a la superficie rápidamente, las cantidades adicionales de nitrógeno que se han disuelto en la sangre se escapan como burbujas y causan la enfermedad de Caisson o embolias gaseosas. Los cetáceos llevan consigo hacia el fondo una gran provisión de aire. La gran presión que sufren allí produce un colapso de los pulmones y obliga al aire que está dentro de éstos a salir a los espacios extrapulmonares. Se cree que una emulsión lipoidea absorbe en ese momento cualquier cantidad de nitrógeno presente en este aire, y así el nitrógeno disuelto en sangre no aumenta. Cuando los cetáceos llegan a la superficie, las gotitas lipoideas son arrojadas con el resoplido. Debido a este mecanismo, no sufren la enfermedad de Caisson.

El oído es el sentido principal de los cetáceos, siendo la vista y el olfato mucho menos agudos. Tienen el cerebro muy grande (mucho más que el nuestro), y son muy inteligentes. Muchos cetáceos hacen complicados ruidos, que parecen ser una forma de lenguaje mediante el cual se comunican entre sí.

Hay dos grupos principales de cetáceos: las ballenas dentadas u *odontocetos* constituyen el mayor grupo e incluyen el cachalote, la ballena de "nariz de botella", el narval, el delfín blanco, la ballena piloto o "pez negro", la orca o ballena matadora, los delfines y las marsopas o puercos marinos.

Los cachalotes son los mayores de todos, llegando a alcanzar una longitud de 20 metros y un peso de 50 toneladas. Viven principalmente en aguas cálidas. Su cabeza es una enorme estructura, cuyo hocico forma un depósito de aceite o "espermaceti". Probablemente se sumergen a más profundidad que las restantes, y parece cierto que este aceite sea capaz de absorber las mayores cantidades de nitrógeno procedentes de los pulmones. Su mandíbula inferior es comparativamente pequeña. Los cachalotes se alimentan principalmente de cefalópodos de un metro de longitud, aunque en ocasiones se han encontrado en el estómago de estos cetáceos ejemplares de más de 10 metros de largo.

Algunos cachalotes han sido capturados a considerable profundidad, cuando se encontraban atrapados en cables submarinos. Por tanto, se ha pensado que ellos rastrean el fondo del mar, buscando su presa, con la mandíbula inferior. Las orcas, o ballenas matadoras, son las más fieras de todas. Se trasladan de un lado a otro en grupos, y se alimentan especialmente de focas y marsopas, aunque cuando se reúnen varias son capaces de atacar con saña a otros cetáceos mucho mayores. Se ha visto que algunos cachalotes capturados se encontraban heridos, con las extremidades y otras partes de su cuerpo arrancadas, todo ello como consecuencia de la ferocidad de las ballenas matadoras.

Las marsopas y los delfines viajan frecuentemente en grupo. El puerco marino común llega a tener una longitud de cerca de metro y medio, y el delfín común es generalmente más grande, llegando algunos a medir alrededor de dos metros y medio de largo. Se alimentan principalmente de peces.

Los *mistacocetos* sólo tienen dientes cuando son muy jóvenes. Luego los dientes son absorbidos, desarrollándose en su mandíbula superior las largas placas córneas conocidas por ballenas, con las cuales recogen el plancton del agua. Se trasladan de un lado a otro con la boca abierta. Cuando ésta se cierra, la lengua y el piso de la boca ascienden, con lo que el agua es obligada a salir por los extremos de la boca, actuando las ballenas como un filtro que retiene los pequeños organismos planctónicos.

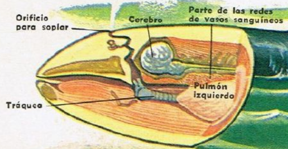
La ballena azul es el animal más grande que se conoce. Puede llegar a medir 30 metros de largo y pesar más de ciento veinte toneladas. Las ballenas azules se alimentan principalmente de pequeños animales parecidos a los camarones.

Entre los mistacocetos se incluye también la ballena de joroba, la ballena de aleta, la ballena "sei" y el rorcual menor. Éstos se llaman colectivamente "rorcuales". Otro grupo de mistacocetos son las "ballenas francas", llamadas así porque los pescadores de ballenas las consideran más fáciles de pescar y de mayor valor.

Hasta hace poco no se sabía mucho sobre la edad que llegan a tener las ballenas. Ciertas estructuras de los ovarios, llamadas cuerpos amarillos, han sido usadas para calcular la edad de las ballenas hembras capturadas, pero ahora se ha descubierto un nuevo método: en el conducto auditivo de las ballenas se forma una sólida masa de cera. Ésta aumenta anualmente por la adición de pequeñas cantidades de cera. El número de capas, por tanto, indica exactamente la edad de la ballena.

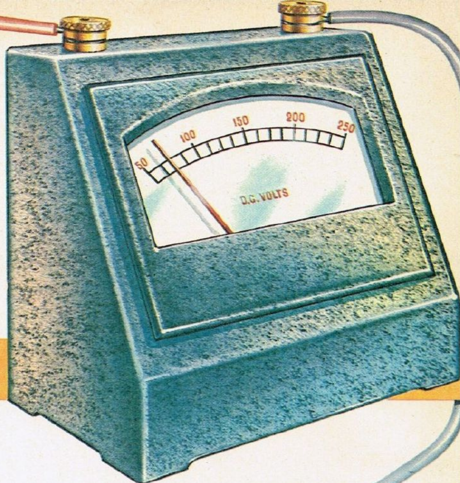
Los cetáceos son animales que procrean lentamente, y han sido cazados en tal exceso, que varias especies ya se han extinguido, y otras están, probablemente, a punto de correr la misma suerte. Muchos cetáceos emigran desde las regiones polares hacia el ecuador al final del verano polar, durante el cual han almacenado una gran reserva de grasa, alimentándose del rico aprovisionamiento de plancton. Durante estas emigraciones tiene lugar el nacimiento de las crías. La gestación dura alrededor de un año en la ballena azul, en la ballena de aleta y en la ballena de joroba, y nace normalmente una sola cría cada vez. Una ballena azul mide, al nacer, cerca de ocho metros de longitud; el período de lactancia es de unos siete meses, alcanzando al final de este tiempo una longitud de más de 15 metros. Las glándulas mamarias (de las cuales existe un par) están provistas de un poderoso músculo que proyecta la leche dentro de la boca de la cría cuando ésta hace presa en el pezón.

Una ballena azul puede procrear cuando alcanza los dos años de edad, y mide entonces, aproximadamente, 28 metros de largo.



Disección de una marsopa, en la que se indica cómo el extremo superior de la tráquea encaja en las fosas nasales, formando así un conducto continuo entre éstas y los pulmones.

EL MANEJO DEL VOLTÍMETRO



Voltímetro de bobina móvil de corriente continua. Se pueden usar instrumentos similares con corriente alterna. En este caso, un "rectificador" convierte la corriente alterna en corriente continua.

El voltímetro es el instrumento que se usa para medir la diferencia de "presión" eléctrica o tensión entre dos puntos de un circuito. El principio en que se basa es exactamente el mismo que el del amperímetro de bobina móvil. Contiene una bobina de alambre conductor fino, pivotada sobre dos



asientos convenientes y capaz de oscilar en el interior del campo magnético de un imán permanente. Toda corriente crea un campo magnético a su alrededor. El campo creado, cuando una bobina es recorrida por una corriente, es equi-

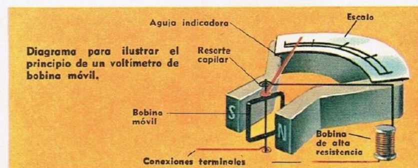


Diagrama para ilustrar el principio de un voltímetro de bobina móvil.

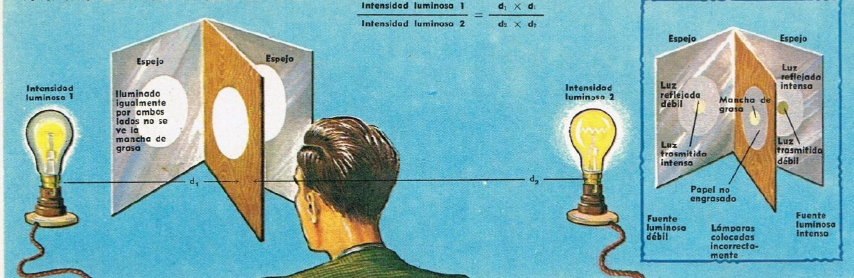
valente al de un imán recto que ocupara la línea de su eje. Al pasar la corriente por la bobina, el campo magnético del imán permanente ejerce sobre ella un par de fuerzas que la obligan a girar en torno de sus pivotes (fulcros). Este movimiento es controlado por dos muelles espirales que actúan a la vez como conductores de la corriente eléctrica. Solidaria con la bobina se ha dispuesto también una aguja indicadora, que, al trasladar su extremo libre sobre una escala previamente calibrada, señala la diferencia de "presión" eléctrica o tensión que se está midiendo.

El voltímetro mide diferencias de "presión" eléctrica porque el par de fuerzas que actúa sobre la bobina y, por tanto, la magnitud de la deflexión que sufre, depende de la corriente que pasa por él. Se puede utilizar para la medida de la tensión porque la intensidad viene determinada por la diferencia de "presión" eléctrica y por la resistencia. Si la resistencia de un instrumento es constante, la corriente es directamente proporcional a la diferencia de potencial. Un voltímetro está diseñado de forma que ofrezca una gran resistencia al paso de la corriente. Esto ha de ser así porque, tan pronto como los electrones comienzan a fluir de un punto a otro, disminuye la diferencia de presión eléctrica entre estos puntos; esta disminución es tanto mayor cuanto mayor es la corriente. Análogamente, la diferencia de presión entre dos barriles de agua, uno más alto que otro, disminuye si se permite que el agua fluya del barril superior al barril inferior. Así, conectando la bobina móvil del voltímetro directamente a cualquier circuito, se alteraría seriamente la tensión medida.

Puesto que lo que se está midiendo es la diferencia de presión eléctrica entre dos puntos, el voltímetro ha de conectarse entre dichos puntos.

Para evitar que el voltímetro altere la tensión que se está midiendo, debería pasar a través de él muy poca corriente (en el caso ideal, no habría de pasar corriente alguna). Por este motivo se coloca una gran resistencia en serie con la bobina móvil. La diferencia fundamental entre un voltímetro de bobina móvil y un amperímetro de bobina móvil es, simplemente, que el primero tiene una gran resistencia en serie, mientras que el segundo tiene una resistencia pequeña en paralelo.

Puesto que la resistencia total del voltímetro influye en la corriente que pasa a su través, puede ser conveniente, en ocasiones, cambiar el valor de la resistencia colocada en serie con la bobina móvil. No sería práctico usar una resistencia muy alta al medir una tensión muy pequeña, ya que la corriente que pasaría a través de la bobina sería excesivamente pequeña. Por otra parte, sería muy peligroso usar una resistencia pequeña al medir una tensión elevada, pues pasaría tanta corriente a través de la bobina móvil que ésta podría resultar averiada. Cuando se mide la diferencia de "presión" eléctrica entre dos puntos de un circuito, lo más seguro es empezar conectando una resistencia grande e irla disminuyendo gradualmente hasta que la aguja se mueva en una cuantía conveniente. Es necesario cambiar la escala del voltímetro cada vez que se altera su resistencia.



La mancha de grasa en el centro del disco de papel deja pasar a su través más luz de la que refleja, mientras que el papel sin grasa refleja más luz que la que trasmite. Si los dos lados están iluminados desigualmente, la mancha de grasa se destaca como una zona luminosa por uno de los lados y oscura por el otro. Si la posición de las lámparas es correcta, no se distingue la mancha. El espejo permite ver los dos lados del papel.

FOTOMETRÍA

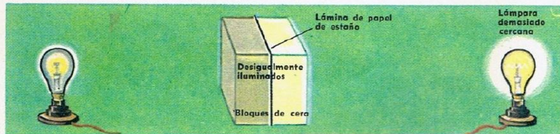
Un observador que compare dos fuentes luminosas distintas es capaz de distinguir, además de su posible diferencia de color, su diferencia de brillo o de intensidad. No cabe duda de que el Sol es mucho más intenso, como fuente luminosa, que una bombilla eléctrica, y que, a su vez, ésta es más intensa, por ejemplo, que una vela de cera. La *fotometría* es la rama de la ciencia que se ocupa de la comparación de las intensidades de distintos focos luminosos.

El flujo luminoso se determina generalmente por comparación con el producido por una fuente luminosa normalizada. A estos efectos se ha convenido en adoptar un *patrón* con el que se puedan comparar fácilmente las intensidades de otras fuentes luminosas. El patrón primeramente propuesto fue una simple vela o bujía, construida de acuerdo con especificaciones detalladas en cuanto a la cera con la que se había de fabricar, a su tamaño y a la rapidez con que se había de quemar. A esta fuente luminosa normalizada se le adjudicó la intensidad de *una bujía*. Una fuente diez veces más intensa que ésta tendrá una intensidad de 10 bujías. Posteriormente, se vio que esta vela patrón no resultaba fácilmente reproducida y, por consiguiente, que era muy difícil hacer medidas de cierta exactitud, por lo que se recomendaron nuevos patrones formados por lámparas en las que se quemaba pentano en condiciones bien especificadas. A su vez, las lámparas de pentano se sustituyeron por lámparas eléctricas de construcción especial y, hoy día, la antigua unidad *bujía* se ha sustituido por la llamada *bujía nueva*, que se define en función de la luz emitida a través de un pequeño orificio practicado en la tapa de un crisol lleno de platino fundido.

En la práctica, casi siempre que nos interesamos por la intensidad de una fuente luminosa es en referencia con la *iluminación* que de ella podemos obtener. En un aposento amplio, iluminado por una sola luz, es evidente que el lugar en que se puede leer un libro más fácilmente es justo al lado de la luz (exactamente debajo, si no fuese por la sombra que el lector proyecta sobre el libro). Decimos que esto es así porque el libro, en esta situación, se encuentra bien *iluminado*. En un rincón de este cuarto, alejado de la luz, es posible que el libro esté tan débilmente iluminado que la lectura resulte imposible. Como vemos, aunque la intensidad luminosa de la fuente permanece invariable, la *iluminación* de una superficie disminuye al aumentar la distancia de la fuente. Imaginemos una fuente luminosa cuya intensidad sea de una bujía. La iluminación que esta fuente produce sobre una superficie colocada a 1 m. de distancia, perpendicularmente a los rayos luminosos, se ha tomado como unidad de iluminación. A esta unidad se le ha dado el nombre de *bujía-metro*, o *lux*. La misma superficie que en el caso anterior, colocada ahora a 2 metros de distancia de la bujía, recibe sólo la cuarta parte del flujo luminoso que recibía cuando estaba situada a 1 metro de distancia. Así, pues, a 2 m. de distancia la iluminación producida es de 1/4 de bujía-metro (o lux). Análogamente, a 3 m. la iluminación es de 1/9 de bujía-metro, etc. La iluminación disminuye con el cuadrado de la distancia al foco emisor. La iluminación depende, pues, de dos factores: de la intensidad de la fuente luminosa y de la distancia entre ésta y la superficie iluminada. La iluminación de una superficie (es decir, cantidad de luz que recibe por segundo cada unidad aérea de esta superficie, colocada perpendicularmente al flujo luminoso) se relaciona con la intensidad de la fuente luminosa por la ecuación:

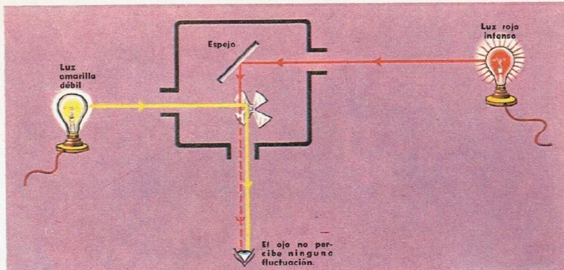
$$\text{Intensidad de iluminación} = \frac{\text{intensidad de la fuente}}{\text{distancia} \times \text{distancia}}$$

Si las distancias se miden en metros y la intensidad en bujías, la iluminación calculada por esta ecuación viene dada en bujías-metro o lux. Esta ecuación es de gran utilidad para comparar las intensidades de dos fuentes luminosas por medio del fotómetro.



FOTÓMETRO DE BLOQUES DE CERA DE JOLY

Este fotómetro consta de dos bloques de cera rectangulares colocados uno al lado del otro y separados por una lámina fina de estaño. Los bloques, iluminados por sus respectivas fuentes, parecen llenos de luz; las fuentes se ajustan de modo que los dos bloques presenten el mismo brillo.



FOTÓMETRO DE DESTELLEO

Este fotómetro se puede utilizar para comparar fuentes luminosas de distinto color. La luz de cada una de las fuentes se ve alternativamente. En la figura, se ve la luz de la fuente amarilla reflejada por las aspas. La luz roja se ve, reflejada en el espejo, cuando las aspas no obstruyen su paso. Las posiciones de las fuentes se acoplan de modo que el experimentador no pueda observar ningún destello.

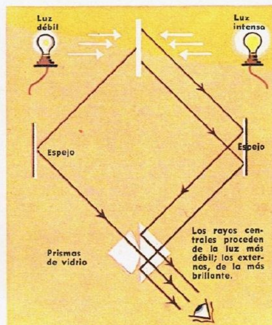
En general, un *fotómetro* es un aparato que sirve para medir la intensidad de la luz que incide sobre él. Actualmente existen varios tipos de fotómetros capaces de dar indicaciones absolutas. Sin embargo, cuando se aplican para la estimación de la intensidad de un foco luminoso, suelen utilizarse métodos comparativos, de modo que la intensidad del foco que se desea medir se compara con la de una fuente patrón. En este caso, se hace que las dos fuentes iluminen por separado sendas superficies, ajustando las distancias entre las fuentes y las superficies, de modo que se observe en ambas la misma iluminación. En estas circunstancias, midiendo las distancias entre cada fuente y la superficie iluminada por ella, es posible calcular la intensidad de la fuente problema:

$$\frac{\text{intensidad conocida}}{(\text{distancia})^2} = \frac{\text{intensidad desconocida}}{(\text{su distancia})^2}$$

Si no se conociera la intensidad luminosa de ninguna de las dos fuentes, este método permite calcular su relación:

$$\frac{\text{int. (fuente}_1)}{\text{int. (fuente}_2)} = \frac{\text{distancia}^2\ (\text{fuente}_1)}{\text{distancia}^2\ (\text{fuente}_2)}$$

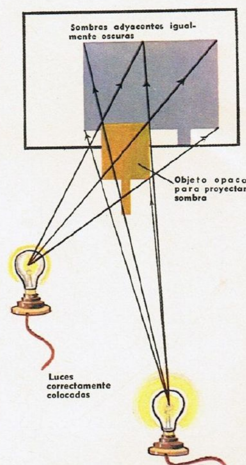
En este método fotométrico, la igualdad de la iluminación de las dos superficies se juzga visualmente, y conviene, por tanto, realizar la medida en condiciones en las que sea máxima la sensibilidad del ojo para apreciar dicha igualdad o desigualdad.
El ojo humano responde con distinta sensibilidad ante distintos colores. Sin embargo, en la práctica de la luminotecnia es de gran importancia el poder hacer medidas fotométricas con luces de composición distinta a la de la luz diurna. En el caso de luces coloreadas son inaplicables la mayor parte de los fotómetros de comparación, ya que es muy difícil para un observador el separar las sensaciones de color y de intensidad de iluminación. Hay, sin embargo, un tipo de fotómetro de comparación que es aplicable en este caso: es el denominado fotómetro de destelleo. Este fotómetro consta de una rueda con cuatro aspas construidas de modo que sus dimensiones son iguales a las de los huecos que quedan entre ellas. Al hacer girar las aspas, el observador percibe alternadamente la luz de una de las fuentes, reflejada por ellas, y la luz de la otra fuente que pasa por el hueco entre las dos aspas consecutivas. El observador percibe así como una serie de oscilaciones o destellos, según que perciba uno u otro de los dos colores. A medida que se aumenta la velocidad de revolución de las aspas, se deja de percibir la diferencia de colores, observando sin embargo el destelleo debido a la diferencia de intensidad de las dos fuentes. Si todavía se aumenta más la frecuencia de giro, se disipa toda diferencia, aunque las luces no estén realmente compensadas. Es necesario, por tanto, situarse a una frecuencia media (unas 20 revoluciones por segundo) en cuyo caso es posible ajustar la distancia de las dos fuentes de modo que no se llegue a observar el destello por diferencias de intensidad.



FOTÓMETRO DE LUMMER-BRODHUM

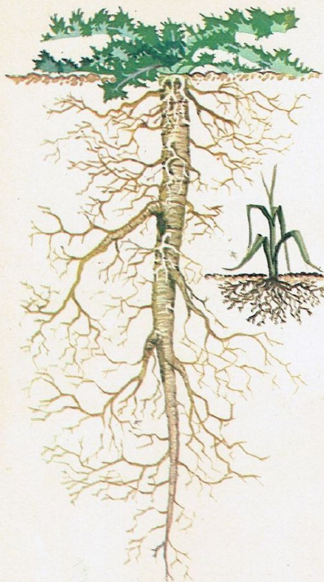
Mediante el sistema de espejos, la luz de las dos fuentes se dirige a dos prismas de 90° ensamblados del modo que se indica. La luz de una de las fuentes emerge por el centro de uno de los prismas, mientras que la de la otra fuente sale por los bordes. Las fuentes luminosas se ajustan de manera que el prisma aparezca uniformemente iluminado.

Entre los *fotómetros absolutos* hay un tipo cuyo uso se ha generalizado mucho en los últimos tiempos, en relación con aplicaciones para la medida de la luz en fotografía. Se trata de un fotómetro fotoeléctrico que recibe frecuentemente el nombre de *luxímetro*. Está constituido por una capa de óxido de cobre depositada sobre un disco de cobre y recubierta, a su vez, por una fina capa metálica, tan fina que es trasparente para la luz. Al incidir la luz sobre el óxido arranca de él electrones que son recogidos por la película metálica superior. Esta película se une con el disco de cobre de la base a través de un galvanómetro sensible, capaz de medir el paso de corriente entre ellos. El número de electrones arrancados es proporcional a la intensidad luminosa que incide sobre el fotómetro, de modo que la desviación del galvanómetro es también proporcional a esa intensidad de luz. Generalmente, la escala del aparato viene ya graduada en lux. Este tipo de instrumento no necesita pilas, ya que es la luz la que produce la corriente eléctrica que se mide. Sin embargo, su sensibilidad respecto de las distintas radiaciones es diferente de la del ojo, de manera que no mide propiamente el *flujo luminoso*. Es posible corregir esta diferencia mediante filtros luminosos adecuados, siendo también utilizable entonces para medidas de iluminación.



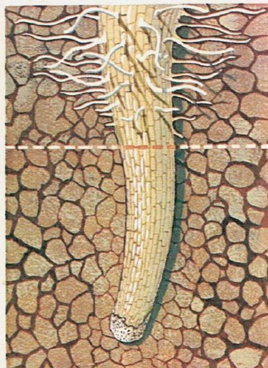
FOTÓMETRO DE SOMBRA, DE RUMFORD

Las dos fuentes luminosas proyectan en la pantalla la sombra de un objeto colocado verticalmente. Las fuentes están dispuestas de tal modo que las sombras no aparezcan superpuestas, sino una al lado de la otra. Cuando las fuentes están colocadas correctamente, las dos sombras son igualmente oscuras, y no parecen ser dos sombras separadas, sino una sola, grande. Los cálculos son análogos a los que se efectúan en el experimento de Bunsen de la mancha de grasa.



LA RAÍZ

(Arriba) Sistema de raíz primaria de un cardo y sistema fibroso de una hierba. (Abajo) Extremo de una raíz muy aumentado, mostrando la cofia y la zona de crecimiento. Nótese cómo se comprimen las partículas del suelo por la presión de la raíz al crecer.

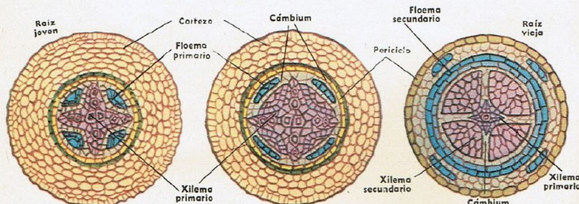


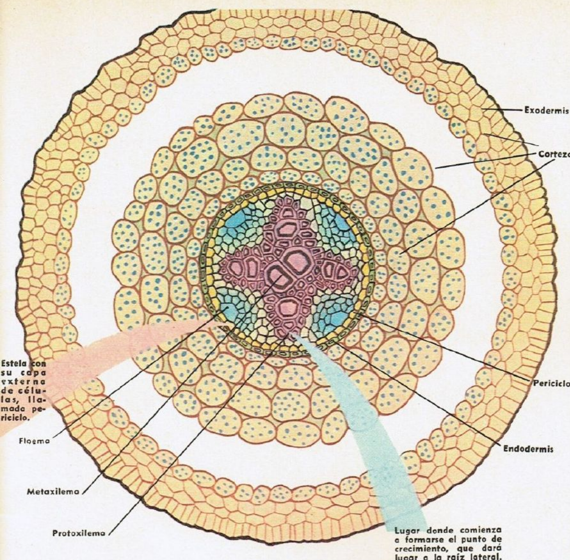
A diferencia de la mayor parte de los animales, las plantas permanecen fijas en el lugar que ocupan, del que absorben los alimentos necesarios para su nutrición. Las raíces desempeñan, en este sentido, un papel muy importante, ya que cumplen una doble función: la de sostén, anclando la planta en el suelo, y la de absorción y trasporte del agua y de las sales disueltas en ella.
Las raíces poseen la propiedad de crecer hacia abajo por la influencia de la gravedad, y la de alejarse de la luz. Este hecho tiene como consecuencia el fácil arraigo de una semilla que germina, cualquiera que sea su posición en la superficie del suelo o en su interior. En todo caso, la raíz va a hundirse en el suelo, aunque para ello tenga que dar un rodeo considerable, creciendo siempre en la dirección vertical que marcaría la plomada, una vez que ha superado los posibles obstáculos.
La raíz presenta dos tipos principales de crecimiento: El primero se caracteriza por una *raíz principal,* que es una extensión de la raíz primaria (*radícula*) de la semilla (un ejemplo de este tipo lo tenemos en el cardo). En el segundo tipo (sistema fibroso), la raíz principal está sustituida por numerosas raíces finas que crecen ya desde la base del tallo. Todas aquellas raíces que no crecen a partir de la raíz primaria se llaman *adventicias.* El sistema fibroso se encuentra representado principalmente entre las monocotiledóneas, de las que las gramíneas (hierbas, cereales) nos ofrecen abundantes ejemplos de este tipo de ramificación de la raíz.

ESTRUCTURA DE LA RAÍZ

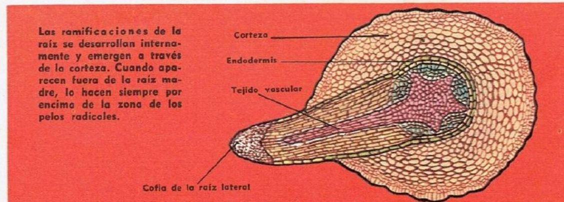
En el extremo de la raíz se encuentra un conjunto de células, que forman como una cubierta, la cofia. Ésta está formada por células que proceden de la división de la zona de crecimiento, que está situada inmediatamente detrás y protege la raíz en su crecimiento a través de las capas del suelo. La cofia está sometida a una continua renovación, muriendo las células más superficiales y siendo reemplazadas por otras que provienen de la zona de división y crecimiento. A medida que mueren las células viejas y más exteriores, van siendo trasformadas en un mucílago que sirve para lubricar el paso de la punta de la raíz a través del suelo. Las células situadas inmediatamente encima del extremo de la raíz se alargan y empujan constantemente dicho extremo hacia el interior del suelo, siguiendo normalmente la dirección de la gravedad. Este esfuerzo continuo, unido a las propiedades plásticas y deslizantes de la punta de la raíz, asegura la penetración en suelos bastante compactos. Parece ser que el extremo de la raíz puede excretar ácidos que le permiten el paso incluso a través de rocas calizas.
A este punto de crecimiento o zona de divi-

Etapas en el desarrollo de los tejidos secundarios.





Corte trasversal que muestra la disposición de los tejidos en una raíz dicotiledónea joven.



Las ramificaciones de la raíz se desarrollan internamente y emergen a través de la corteza. Cuando aparecen fuera de la raíz madre, lo hacen siempre por encima de la zona de los pelos radicales.

sión sigue la región de los *pelos radicales.* Estos pelos, que son formaciones de la *exodermis,* son los principales órganos de absorción, con su capacidad de penetrar en el suelo.

Los pelos radicales ocupan solamente una zona limitada. Su principal característica es la de estar formados por una sola célula, no existiendo tabiques trasversales en toda su longitud. Los pelos radicales aumentan unas 12 veces la superficie de la zona de la raíz en la que están implantados, lo que se traduce en la eficacia de la absorción y en la exploración de zonas más amplias de terreno. No todas las raíces presentan estos pelos radicales, existiendo, a veces, sólo unos hinchamientos de las células de la exodermis. Parece ser que estos hinchamientos son suficientes para la planta en los lugares muy húmedos, en los que la absorción del agua es muy fácil. Algunas especies que se encuentran constantemente en localidades inundadas llegan a carecer de ellos. Éste es el caso de los nenúfares, de la lenteja de agua y de la cicuta, cuando sus raíces se desarrollan en el agua. En los pelos radicales, y a pesar de su pequeño tamaño, existe una especialización zonal en cuanto a sus propiedades de absorción: la punta absorbe fundamentalmente sales minerales, y el resto agua. Aparte de esta propiedad de absorción, los pelos radicales sirven para fijar las raíces al suelo. Esta función tiene gran importancia, sobre todo en el caso de las plantas jóvenes recién germinadas, ya que las semillas generalmente yacen superficialmente en el suelo y es necesaria su rápida implantación y fijación para asegurar su existencia.

Los pelos radicales aparecen muy pronto en aquellas plantas que están especialmente adaptadas para germinar a la luz, como ocurre en muchas malas hierbas o malezas de los cultivos. Los pelos radicales crecen primeramente en dirección perpendicular a la superficie de la raíz, y solamente se doblan al llegar al primer obstáculo constituido por una partícula de tierra. Al tocar dicha partícula, el pelo radical se ensancha y acorta sensiblemente, aplicándose íntimamente a la partícula y quedando su longitud total muy reducida respecto a la de los pelos que se han desarrollado simplemente en aire húmedo.

La capacidad que los pelos radicales tienen para pegarse a las partículas del suelo se debe a la trasformación de la capa externa de su membrana en una mucosidad. La longitud de los pelos radicales oscila entre 0,1 y 8 mm., con un diámetro de 0,012 y 0,015 mm. El número de pelos radicales varía mucho según la especie de la planta y las condiciones en las que su crecimiento tiene lugar (aireación del suelo, contenido de agua y de sales). En una planta de centeno hay unos 25 pelos radicales por milímetro cuadrado. En general, las hierbas (gramíneas) tienen más pelos radicales que otras plantas, y singularmente más que los árboles.

Si los pelos radicales no ocupasen una zona reducida, serían arrancados por el empuje de la raíz en su crecimiento hacia abajo. Cada pelo tiene una existencia relativamente breve, sobre todo en las primeras etapas del crecimiento, siendo sustituido por otros a medida que va desapareciendo. Cuando el crecimiento del extremo de la raíz se detiene por alguna causa (por ejemplo, debido a la inacción invernal) los pelos radicales pueden permanecer vivos mucho más tiempo, incluso varios meses. Cuando el crecimiento de la raíz es muy activo, su existencia sólo dura unos días. De esta forma, la zona de los pelos radicales tiene siempre una extensión constante. La zona de crecimiento de la raíz está también limitada a unas dimensiones constantes (unos 5 mm.) inmediatamente detrás de la cofia y delante de la zona que lleva los pelos radicales. Se compone de una pequeña porción delantera en la cual tiene lugar la división de las células, y una zona posterior en la que las células, ya formadas, se alargan. Al mismo tiempo que ocurren estos procesos de crecimiento, esta zona se caracteriza por su intenso consumo de oxígeno y una fuerte producción de anhídrido carbónico. Inmediatamente detrás de la punta de la raíz tiene lugar también la absorción más intensa de sales minerales, mientras que (análogamente como ocurría en los pelos radicales) la absorción de agua se efectúa mucho más atrás. Para que la absorción de agua sea eficaz, es necesario que se hayan formado ya los tejidos más complicados que se describirán más adelante, y una de cuyas funciones es el trasporte del agua a las partes aéreas de la planta. Cuando aparecen ramificaciones en la raíz, éstas tienen siempre lugar por detrás de la zona que lleva los pelos radicales.

La raíz está constituida por el mismo tipo de tejidos que el tallo, pero el tejido de sostén (o de resistencia mecánica) de la raíz está dispuesto centralmente para resistir mejor los esfuerzos de tracción a que se halla sometida, en contraposición con el tallo, en el que predominan fundamentalmente esfuerzos de flexión. Estos esfuerzos de tracción son el resultado de la acción del viento sobre las partes aéreas de la planta (tallo y hojas), los cambios de volumen del suelo a consecuencia de las heladas, e incluso la acción de los herbívoros al pastar. En una de las ilustraciones se muestra un corte trasversal de una raíz típica. La capa central de la amplia corteza se llama *endodermis.* Las paredes de esta capa se espesan con una sustancia suberosa. Dentro de la endodermis se encuentra la *estela,* cuya capa exterior es de células de parénquima y se llama *periciclo.* El *protoxilema* está en la parte exterior del *tejido leñoso* o *xilema,* que presenta generalmente forma de estrella. Esta estrella tiene más puntas en las monocotiledóneas



Raíces aéreas de una orquídea que crece sobre un árbol.

TIPOS DE RAÍCES

La forma de las raíces puede presentar modificaciones mucho más notables todavía. Una de ellas es el servir de reserva alimenticia, y así las raíces que sobreviven al invierno contienen reservas nutritivas que serán aprovechadas por los brotes que crecen en la primavera. Algunas de ellas son usadas por el hombre, como la zanahoria, el nabo y la remolacha. No sólo las raíces primarias pueden actuar como órganos de reserva. También pueden hacerlo raíces adventicias, como los tubérculos de la dalia y las raíces de diversas orquídeas.

La reserva nutritiva puede estar almacenada en la corteza o en el floema. Las raíces de la hiedra que aparecen a lo largo del tallo son adventicias, así como las de la fresa. Algunas orquídeas tropicales crecen sobre los troncos de los árboles, y presentan raíces esponjosas expuestas al aire, que absorben la humedad y que pueden tener clorofila. La planta del maíz y otras muchas tienen raíces "zancos", que se desarrollan a partir del tallo y que proporcionan un apoyo adicional. Estas raíces de apoyo están muy bien representadas en la higuera o ficus de Bengala, partiendo de las ramas horizontales y proporcionando un sostén a estas últimas al introducirse en el suelo. Algunas plantas de pantano pueden presentar raíces respiratorias. El suelo de los pantanos es pobre en oxígeno y algunas raíces, que pueden ser adventicias o no, crecen hacia el aire apareciendo en la superficie. El oxígeno se difunde en ellas y en el resto del sistema radical.



Raíces "zancos" del maíz reforzadas externamente.

Nabo

Tubérculos de la dalia

(hierbas, cereales) que en las dicotiledóneas (ranúnculos, tomate, patatas). Algunas especies tienen una médula central.

Aparte del crecimiento en longitud que ya hemos visto, puede tener lugar un crecimiento en espesor (secundario) que salvo raras excepciones sólo tiene lugar en las dicotiledóneas. Una tira de parénquima en el interior del *floema* (tejido liberiano) se vuelve activa, formando el *cámbium*, que crece y se pone en contacto con el periciclo, formándose un anillo ondulado continuo, del que van resultando los tejidos secundarios, como se indica en la ilustración.

Enfrente de los haces de xilema aparece un haz de parénquima en lugar de tejido vascular. Si el crecimiento secundario es muy grande, como ocurre en los árboles, que pueden formar raíces muy gruesas, todo el periciclo se vuelve activo y produce una capa de corcho por fuera de la estela. La corteza puede desaparecer entonces, quedando esta cubierta de corcho para proteger y limitar externamente la raíz.

La importancia de esta capa de corcho reside fundamentalmente en sus propiedades antisépticas, que son de gran utilidad en el medio, húmedo y favorable al crecimiento de hongos y bacterias, en el que se encuentran las raíces, y, por otra parte, en su impermeabilidad. De todas maneras, se sabe que las raíces viejas y suberizadas pueden seguir conservando la propiedad de absorber agua, aunque de manera limitada. Una sequía prolongada de las capas superiores del suelo tiene como efecto una precoz suberificación (recubrimiento con corcho) de las raíces, proporcionando así una defensa frente a la deshidratación de éstas por el suelo excesivamente seco. Sólo las partes de la raíz que permanecen en las capas húmedas siguen conservando sus paredes finas características. Si la sequía es total, la suberificación es casi completa, permaneciendo las raíces en un estado de inactividad hasta que con las nuevas lluvias se producen ramificaciones con raíces jóvenes.

RAMIFICACIÓN DE LA RAÍZ

En el tallo, los brotes se originan a partir de tejidos externos y próximos a la punta de crecimiento. Si sucediera así en las raíces, dichos brotes serían arrancados a medida que éstas se introducen en el suelo. Por lo tanto, las ramificaciones de la raíz se desarrollan muy por encima de la zona de crecimiento y son *endógenas*, es decir, se desarrollan en el interior. Esta ramificación tiene lugar antes de que se inicie el engrosamiento secundario. Las células del periciclo situadas enfrente del protoxilema se vuelven activas y producen un cono de crecimiento similar al de la raíz principal. Esta nueva punta se abre paso a través de la corteza del suelo, existiendo la cofia para recubrir la punta. Cuando la raíz secundaria emerge, sus conexiones vasculares están ya completas, y su aparición se hace siempre por encima de la zona de los pelos radicales. A su vez, esta raíz secundaria puede dar lugar a nuevas ramificaciones, distinguiéndose raíces de primero, segundo, tercer orden, etc., según su origen. Las raíces especialmente tenues se llaman raíces capilares y, a causa de su constitución fina, suelen tener una duración muy corta. La capacidad de producir ramificaciones es una propiedad importante de la planta para adaptarse a las condiciones de los factores del suelo, que están en cambio continuo, y para explorar nuevas zonas de éste cuando los alimentos y el agua se han agotado.

La colocación de las raíces laterales en la raíz primaria corresponde fundamentalmente a la posición que adoptan en ésta los haces del xilema. Si existen cuatro haces de xilema, las raíces laterales se originan en cuatro hileras frente a las filas de xilema, como ocurre en el caso del haba o de la judía. Cuando sólo existen dos haces de xilema, las raíces laterales pueden aparecer en dos o en cuatro líneas. En el caso de las dos líneas o series de raíces laterales, la disposición se debe a una aproximación de las líneas de dos en dos, que es el caso del rábano y otras crucíferas.

La raíz primaria no está siempre uniformemente cubierta con raíces de primer orden. En algunas plantas, como en el adonis de verano, la máxima densidad de la ramificación ocurre en la parte superior (próxima a la superficie del suelo) de la raíz primaria. En otras, como en la alfalfa, la ramificación más intensa tiene lugar en una zona más profunda, hacia la parte media de la raíz primaria. Igual se observa en la mala hierba de los cultivos *Chondrilla juncea*; la ramificación más intensa tiene lugar en la parte más profunda de la raíz primaria. Cuanto mayor es la tendencia a la producción superficial de raíces laterales, menor es la capacidad de la raíz primaria para penetrar en las capas profundas del suelo.

Entre la raíz y el tallo hay una región llamada *hipocotilo*. En esta región, los tejidos vasculares cambian de disposición sin perder su continuidad, apareciendo como una zona de transición hacia la disposición característica de los tejidos en el tallo. La producción de raíces laterales puede extenderse también al hipocotilo y a las partes desde el cuello de la raíz hasta la inserción de los cotiledones, apareciendo las raíces laterales en forma de corona, como ocurre en el maíz y en el carrizo. Este tipo de producción de raíces secundarias es típico de las monocotiledóneas. En las dicotiledóneas sólo aparece este tipo de raíces adventicias cuando el tallo descansa sobre el suelo o cuando penetra en él. Así ocurre en las plantas que forman estolones.

La forma de las raíces resultantes después de toda esta serie de ramificaciones, o lo que se llama el sistema radical, no es la de una madeja o una maraña desordenada, sino que tiene una disposición regular característica de cada especie de planta y trasmitida hereditariamente. Sin embargo, los factores del medio ambiente pueden influir sobre esta forma típica del conjunto de las raíces, modificándola más o menos profundamente. Así, por ejemplo, la alfalfa es típica por su enraizamiento profundo en comparación con el de otros cultivos herbáceos, yendo a buscar el agua de la capa freática hasta 15 metros y más. En condiciones especiales, sin embargo, su desarrollo radical puede limitarse a un metro o menos, como lo hacen los cereales cultivados en condiciones normales. Hay plantas que se caracterizan por lo profundo de su enraizamiento, que puede llegar hasta 100 metros, como en el caso de una especie de tamarindo, comprobado al hacer las excavaciones del canal de Suez.

En general, las plantas que sobresalen por la profundidad a la que llegan sus raíces son las adaptadas a la vida en la zona árida y singularmente en el desierto, presentando un volumen de raíces mucho mayor que el de las partes aéreas. Al revés ocurre generalmente con las plantas de la zona tropical húmeda, donde el suelo está bien aprovisionado de agua, y que se destacan generalmente por el pequeño volumen de sus raíces en comparación con la masa aérea que soportan. En algunas plantas del desierto su gran masa de raíces no se desarrolla en profundidad, sino muy superficialmente y en gran extensión alrededor de la planta, a fin de captar toda el agua posible de una lluvia débil que sólo humedece las capas superiores. Este tipo de raíces suele ir unido a la posesión de tallos y hojas que traspiran muy débilmente.

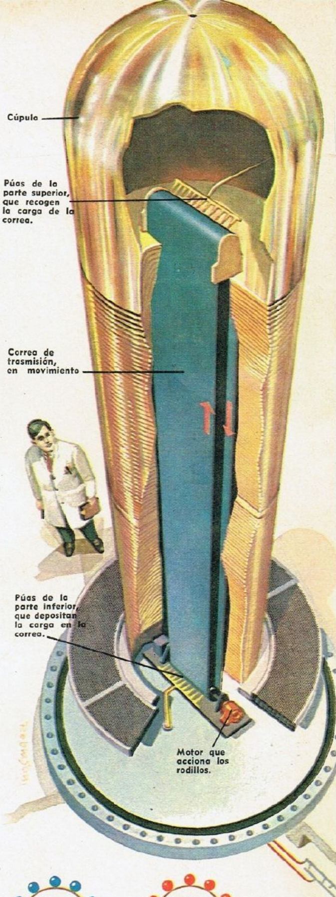
EL GENERADOR DE VAN DE GRAAFF

En 1931, R. J. Van de Graaff diseñó una máquina capaz de generar tensiones muy altas, del orden de varios millones de voltios. El principio en el que se basa este generador es realmente simple: una correa de trasmisión, que se mueve incesantemente, adquiere cargas de un determinado signo (positivas o negativas), en la parte inferior, las trasporta hacia el interior de un conductor hueco, con forma de cúpula, y las deja en este conductor. Este proceso se repite de un modo continuo: la correa recoge las cargas en la base de la máquina y éstas son luego almacenadas en la parte superior. Al aumentar la carga de la cúpula, asciende su potencial. Supongamos que se quiere cargar la cúpula negativamente. En la parte inferior de la máquina se dispone un generador eléctrico capaz de producir una corriente eléctrica continua a una tensión relativamente baja: del orden de 20.000 voltios. El terminal negativo de este generador se conecta con una serie de púas metálicas dispuestas a modo de peine, que, naturalmente, adquieren también una carga negativa. Estas púas se montan muy cerca de la correa.

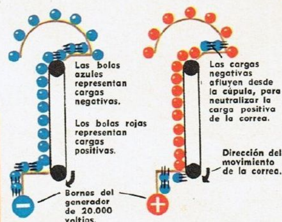
Las cargas se acumulan en las puntas tan apretadamente que puede decirse que son como empujadas por las cargas de renovación que llegan del generador. En la proximidad de las puntas se ionizan las moléculas de aire, haciéndose capaces de trasportar las cargas hasta la correa, que de este modo viene a quedar sembrada de cargas negativas.

En la parte superior del generador de Van de Graaff se monta una serie análoga de púas metálicas, conectada con el interior de la cúpula. Las cargas negativas trasportadas por la correa trasmisora repelen hacia la cúpula las cargas negativas que se hallaban inicialmente entre los átomos metálicos de las púas. Las cargas positivas, con las que quedan entonces cargadas las púas, son capaces de pasar a la correa, neutralizando así las cargas negativas aportadas por ella. Las cargas negativas que son rechazadas desde las púas hacia la cúpula se reparten por la parte externa de esta última, sin que existan cargas en la superficie interna de la cúpula, de manera que nada impide el aflujo de nuevas cargas negativas desde las púas. Cuando la diferencia de potencial entre la cúpula y la tierra es de unos cuantos millones de voltios, resulta muy difícil para la cúpula el conservar su carga. Las cargas, amontonadas en la superficie externa, se repelen entre sí, y tienden a producirse "fugas" hacia el aire circundante, o bien fluyen en tropel hacia la tierra, en una chispa gigantesca. Para evitar esto, la cúpula debe estar perfectamente pulida, de modo que no haya rugosidades en cuyas salientes las cargas pueden acumularse con mayor densidad. El generador se coloca en su totalidad dentro de un recinto de acero lleno de un gas a elevada presión (nitrógeno o hexafluoruro sulfúrico). Es más difícil que la carga se escape a través de un gas a alta presión que del aire ordinario.

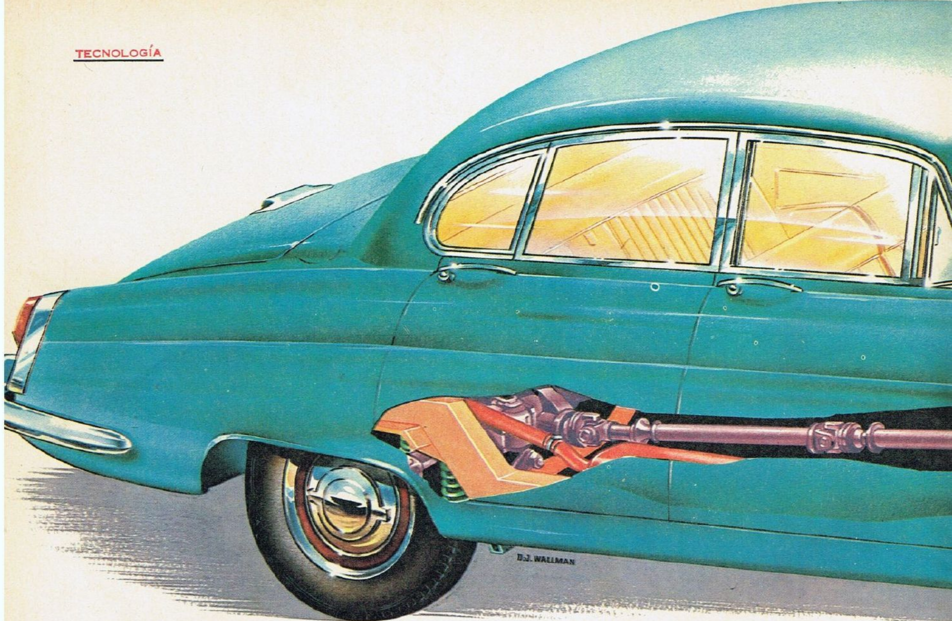
La máquina de Van de Graaff se usa para acelerar una corriente de partículas, haciendo que éstas se muevan lo suficientemente aprisa para producir efectos de importancia cuando inciden sobre "blancos" constituidos por átomos. Las partículas se hallan inicialmente estacionarias en la parte superior de un tubo largo que se extiende desde la cúpula hasta el suelo. Si la cúpula se conecta con la parte superior de este tubo, una enorme diferencia de potencial o tensión acelera las partículas cargadas eléctricamente hacia el fondo del tubo. Generalmente, la máquina acelera corrientes de partículas cargadas "positivamente", en cuyo caso la cúpula ha de estar cargada con este signo de modo que rechace las cargas positivas. Para cargar la cúpula positivamente, las púas de la parte inferior han de estar conectadas con el terminal positivo del generador de 20.000 voltios.







(Izquierda) Cargando negativamente; (Derecha) cargando positivamente.



FUNDAMENTOS DEL AUTOMÓVIL

Cualquier vehículo de motor o *automóvil*, como normalmente se llama, consta, fundamentalmente, de cuatro componentes principales. Éstos son:

a) **el motor**, o fuente de fuerza motriz;
b) **la trasmisión**, que trasmite la fuerza motriz desde el motor a las ruedas;
c) **la carrocería y el chasis;**
d) **el equipo eléctrico.**

MOTOR

El motor produce la fuerza que hace que las ruedas giren, y, de este modo, logra que el vehículo se mueva.
Los motores que se usan en los automóviles modernos son generalmente motores de *combustión interna*, llamados así porque el combustible, la gasolina, por ejemplo, es quemado dentro de los cilindros. La combustión produce una fuerza capaz de hacer que gire un eje, llamado *eje-cigüeñal*. Este movimiento de rotación es trasmitido a las ruedas motrices, y el vehículo se mueve.

TRASMISIÓN

La trasmisión del automóvil es un sistema de unidades mecánicas, mediante las cuales la fuerza motriz se trasmite para hacer que las ruedas giren eficientemente en cualesquiera condiciones.
La trasmisión consiste en una serie de *ejes y engranajes* que conectan mecánicamente el eje cigüeñal del motor con las ruedas motrices. El impulso es trasmitido por el motor mediante el *embrague*, la *caja de cambios*, el *eje propulsor* o *árbol de trasmisión* y el *eje de las ruedas traseras*. (Fig. I).

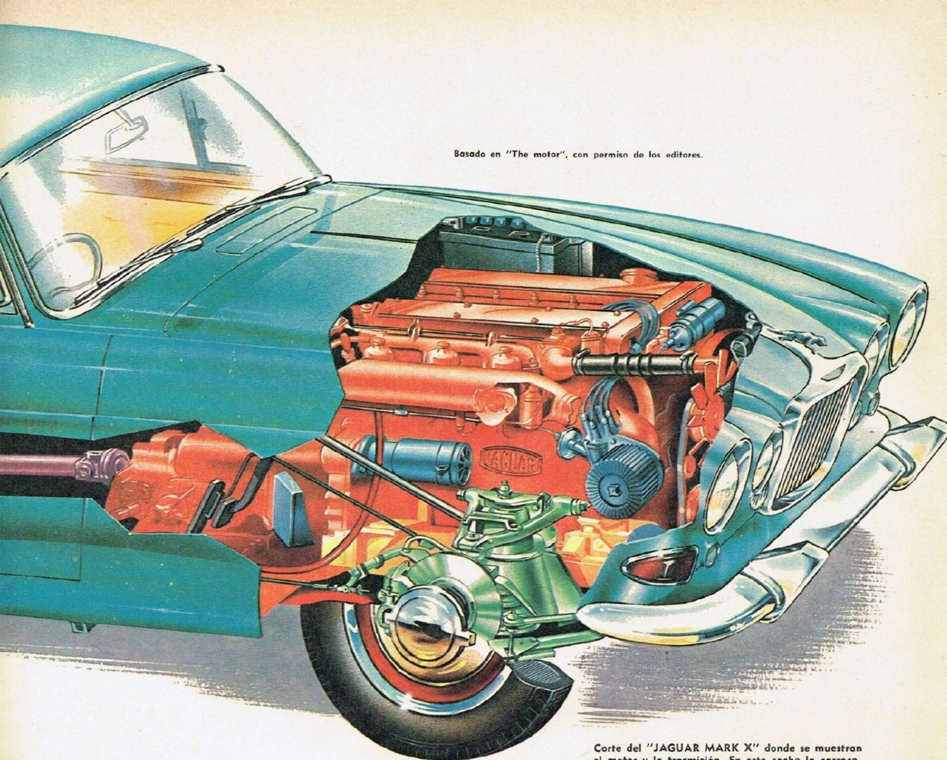
Embrague

El embrague es un tipo de *acoplamiento* de *fricción* entre el motor y el resto de la trasmisión. Sus funciones son:

a) trasmitir la fuerza motriz generada por el motor a las ruedas:
b) permitir que el impulso del motor pase suavemente a las ruedas, cuando el vehículo empieza a moverse;
c) usar o desconectar la fuerza motriz, cuando sea necesario;
d) posibilitar los cambios de velocidades.

El embrague suele ir montado en la prolongación del cigüeñal, entre el motor y la caja de cambio de velocidades, y se acciona mediante un pedal llamado de embrague.
Normalmente, el motor está embragado

Basado en "The motor", con permiso de los editores.



Corte del "JAGUAR MARK X" donde se muestran el motor y la trasmisión. En este coche la carrocería y el chasis están integrados en una sola unidad.

y su rotación se trasmite a la caja de cambios de velocidades. Cuando el conductor pisa, con su pie izquierdo, el pedal de embrague, el motor queda desembragado, esto es, desconectado de la caja de cambios, a la que no comunica su movimiento de rotación.

Caja de cambios de velocidades

La caja de cambios está colocada detrás del embrague; comúnmente, es una unidad mecánica provista de ejes y engranajes. Las funciones de la caja de cambios son las siguientes:

a) permitir que el conductor use lo mejor posible la fuerza motriz, utilizando los juegos de engranajes más adecuados, logrando así que la velocidad del motor y, por tanto, la fuerza de éste permanezcan más o menos constantes, cualesquiera que sean las cargas razonables y las condiciones del camino;

b) permitir que el conductor pueda invertir el movimiento del vehículo;

c) dar una posición *neutra*, de modo que el motor funcione con el vehículo parado sin desembragar (punto muerto).

Eje propulsor o árbol de trasmisión

El eje propulsor conecta la caja de cambios con el eje de las ruedas traseras. Este eje es más que un simple eje de línea, porque el ángulo formado entre él y el eje de salida de la caja de cambios varía continuamente, a medida que el vehículo se mueve a lo largo del camino, aunque siempre es próximo a los 180°. (Esto se debe a que el *chasis* está fijado al eje de las ruedas traseras mediante muelles.) Para tener en cuenta las diferencias en el ángulo del movimiento, el árbol de trasmisión consta de varias barras, normalmente tres, unidas entre sí por *juntas universales*.

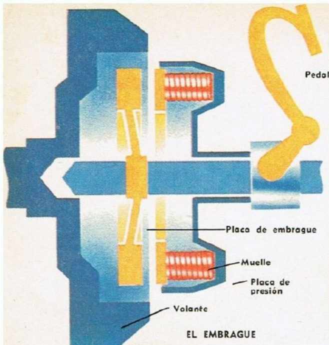
Las juntas universales consisten, fundamentalmente, en una unión doble de gozne, mediante la cual el eje de la caja de cambios puede trasmitir el impulso o el movimento al eje de las ruedas traseras, aun cuando los dos ejes no estén en línea el uno con el otro.

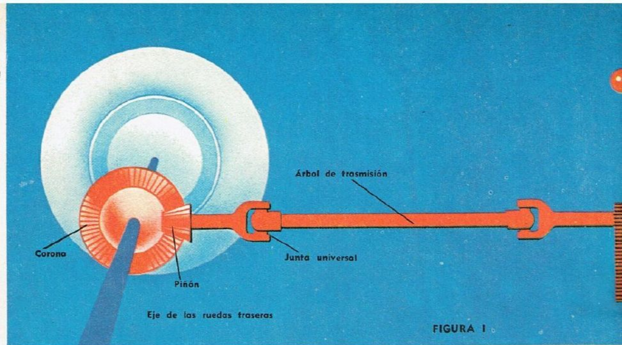
Eje de las ruedas traseras (puente trasero)

Las funciones de este eje son:

a) trasmitir el impulso desde el árbol de trasmisión a las ruedas traseras;

b) efectuar una reducción de la velocidad de rotación del movimiento de giro que parte de la caja de cambios;

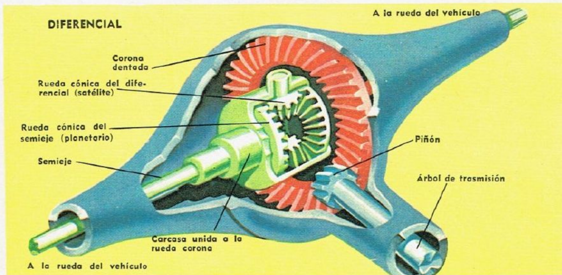




c) hacer que el movimiento de giro se trasmita en ángulo recto y pase así a las ruedas traseras;

d) sostener las ruedas traseras y soportar el peso de la parte posterior;

e) permitir que las dos ruedas traseras giren a diferentes velocidades (como tienen que hacerlo al doblar una esquina) y al mismo tiempo mantener el movimiento en cada rueda trasera. La unidad que hace esto es el *diferencial.*

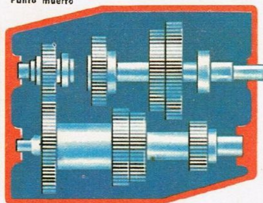


CARROCERÍA Y CHASIS

Esta sección incluye lo siguiente: estructura de la carrocería, suspensión, conducción, frenos, llantas y neumáticos.

Estructura de la carrocería

Los dos métodos principales de fabricar automóviles, son los siguientes:



CAJA DE CAMBIOS DE TRES VELOCIDADES
La caja de cambios (arriba) permite que la velocidad del motor permanezca más o menos constante. Lo hace con una selección de engranajes (debajo) para acomodarse a diferentes pesos o cargas.

a) construir un vehículo en dos unidades independientes, esto es, un cuerpo (carrocería) separado y montado sobre el bastidor (chasis);

b) combinar la carrocería con el bastidor en una sola unidad, ver figura II. El motor y elementos de la trasmisión se instalan en este único conjunto bastidor-carrocería.

La mayoría de los coches tienen la carrocería construida con chapas de acero soldadas entre sí.

Suspensión

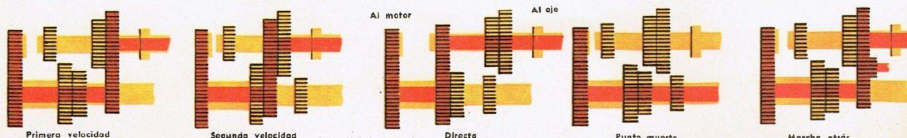
El sistema de suspensión consiste en varios tipos de muelles y *amortiguadores* (que pueden disminuir las sacudidas o golpes). Estas unidades comúnmente conectan los ejes de las ruedas con el chasis, y amortiguan los choques o sacudidas que se producen cuando las ruedas giran sobre superficies ásperas. Hay tres clases principales de muelles:

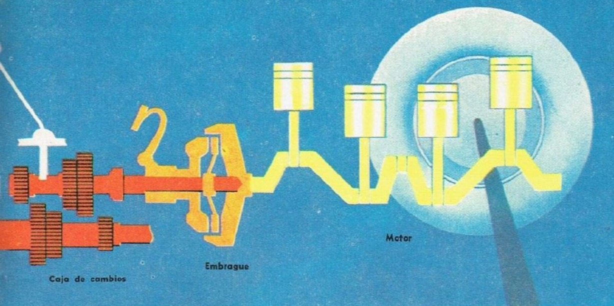
a) las ballestas, que constan de cierto número de *hojas* de acero (tiras), conectadas unas debajo de otras por medio de un perno central (véase fig. III [a]);

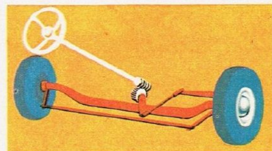
b) el muelle en espiral (véase figura III [b]);

c) la barra de torsión, que es una larga barra de acero fija en un extremo, y que puede realizar una torsión en el otro; la resistencia a la torsión de la barra produce el efecto de muelle que se desea (véase figura III [c]).

Los amortiguadores (que como su nombre indica sirven para amortiguar los choques) se colocan para impedir la excesiva vibración de muelles, que deterioraría el vehículo y produciría incomodidad a sus ocupantes.

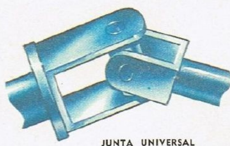








(Visto desde arriba). — El volante mueve las ruedas delanteras mediante un engranaje de tornillo sinfín. Las barras de unión hacen que las dos ruedas giren paralelamente y al mismo tiempo.



JUNTA UNIVERSAL



ÁRBOL DE TRASMISIÓN

Dirección

El sistema de dirección tiene por finalidad permitir que el vehículo sea guiado en cualquier rumbo deseado con un mínimo de esfuerzo. Para este fin, el volante está conectado por engranajes y palancas con las ruedas delanteras. Todos los sistemas de conducción funcionan según un mismo principio fundamental, pero varían en detalle.

Frenos

Las funciones del sistema de frenos *(véase tomo III, pág. 160)* son las siguientes:

a) disminuir la velocidad o parar el vehículo, preferentemente sin patinar;

b) mantener el vehículo en reposo, especialmente en una pendiente empinada;

c) proporcionar el máximo efecto de frenado con el mínimo de esfuerzo; un vehículo se frena aplicando una fricción en los *tambores* de los frenos (o discos) fijados a cada rueda.

Neumáticos

El principio fundamental de los neumáticos es poner un cojín de aire entre el vehículo y la superficie de la carretera. Las funciones de los neumáticos son:

a) proporcionar un contacto con fricción entre las ruedas del vehículo y la superficie de la carretera durante el movimiento del coche, particularmente al frenar y al tomar una curva;

b) amortiguar pequeños choques, debido a irregularidades de la carretera.

EQUIPO ELÉCTRICO

Este equipo incluye lo siguiente:

a) la *batería*, que actúa como depósito de energía eléctrica;

b) la *dínamo* y el *sistema de carga*, cuya principal función es cargar la batería;

c) el *motor de arranque* que es un motor eléctrico, alimentado por la batería, y sirve para arrancar el motor;

d) el sistema de *ignición de bobina;* formado fundamentalmente por un trasformador o bobina y unos contactos intermitentes o platinos, para encender la mezcla de gasolina y aire;

e) el sistema de *iluminación* para suministrar la luz durante las marchas nocturnas, así como para dar las señales correspondientes al frenar y al girar.



FIGURA III

Los ejes están unidos a la carrocería o al chasis mediante muelles y amortiguadores.

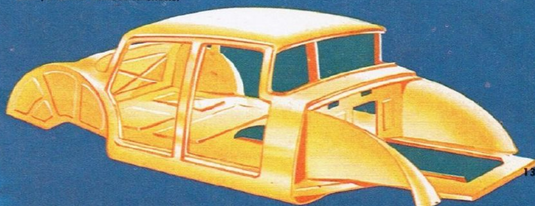
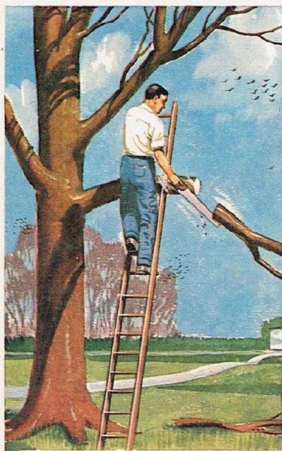
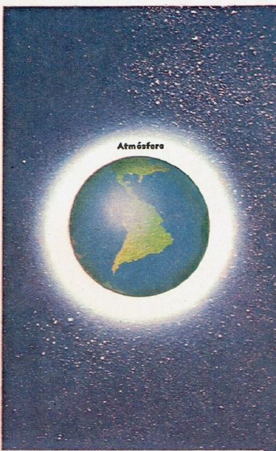


FIGURA II
Cuerpo único carrocería-chasis.

LA GRAVEDAD (resumen gráfico)



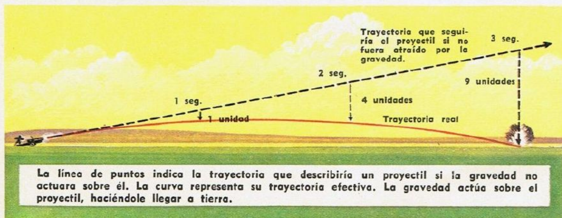


La Tierra ejerce una fuerza de atracción sobre cualquier objeto material, y este fenómeno se conoce con el nombre de "fuerza de la gravedad". La rama cae al suelo debido a esta fuerza y la atmósfera se mantiene junto a la Tierra gracias a la atracción que ésta ejerce.

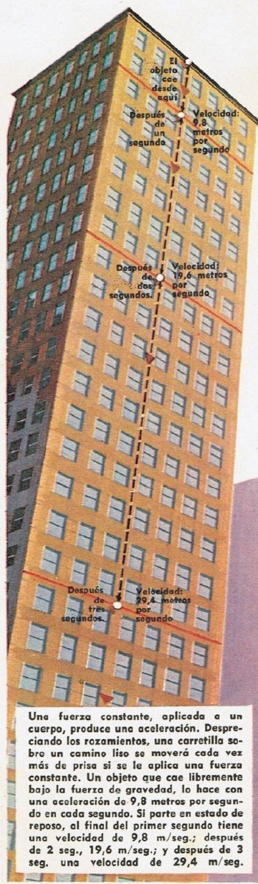


MASA Y FUERZAS GRAVITATORIAS

Toda partícula material, por pequeña que sea, ejerce sobre otra partícula una fuerza de atracción, cuya magnitud depende de las masas de estas partículas.
Dos masas tienden a atraerse entre sí. Las partículas suspendidas en el espacio tienden a reunirse, atraídas por fuerzas gravitatorias.



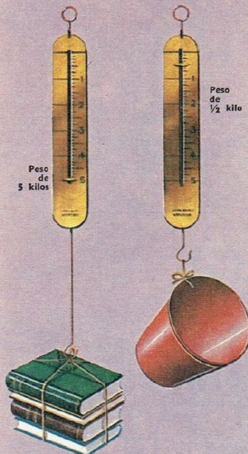
La línea de puntos indica la trayectoria que describiría un proyectil si la gravedad no actuara sobre él. La curva representa su trayectoria efectiva. La gravedad actúa sobre el proyectil, haciéndole llegar a tierra.



Una fuerza constante, aplicada a un cuerpo, produce una aceleración. Despreciando los rozamientos, una carretilla sobre un camino liso se moverá cada vez más de prisa si se le aplica una fuerza constante. Un objeto que cae libremente bajo la fuerza de gravedad, lo hace con una aceleración de 9,8 metros por segundo en cada segundo. Si parte en estado de reposo, al final del primer segundo tiene una velocidad de 9,8 m/seg.; después de 2 seg., 19,6 m/seg.; y después de 3 seg. una velocidad de 29,4 m/seg.

PESO

Cuanto mayor es la masa de un cuerpo, más grande será la fuerza que la Tierra ejerza sobre él. El peso de un cuerpo es la magnitud de esta fuerza.



A medida que aumenta la distancia a la Tierra, la fuerza de la gravedad va disminuyendo hasta que, finalmente, llega a ser casi cero. Como el peso de un cuerpo es la medida de la fuerza de atracción que sufre, un objeto situado en el espacio exterior, lejos del campo gravitatorio de la Tierra y de otros planetas y estrellas, tendrá un peso insignificante, aunque siga conservando la misma masa, y en tanto no cambie su composición tendrá la misma masa.







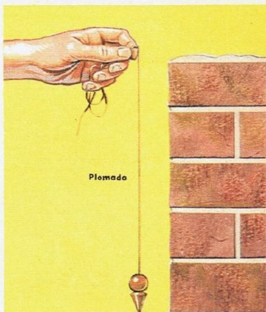
Masa es la cantidad de materia que posee un cuerpo

Peso es la fuerza con que la gravedad le atrae

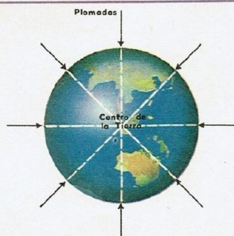
La balanza compara masas



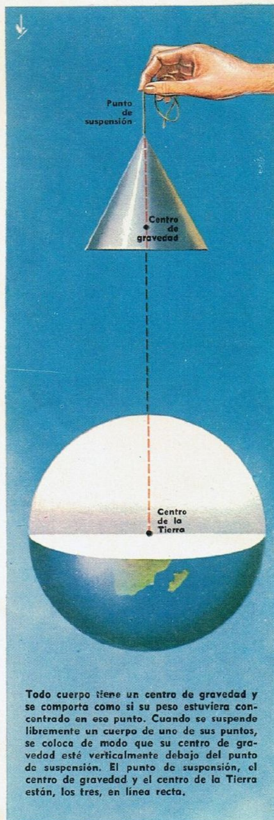
La atracción de la gravedad cerca de la Tierra es grande debido a su enorme masa (5.900 trillones de toneladas). Como la Luna tiene una masa más pequeña, la fuerza gravitatoria que ella ejerce es mucho menor. La masa de la Tierra es, aproximadamente, 81 veces mayor que la Luna.



La plomada se cuelga verticalmente del punto de suspensión, debido a la atracción de la gravedad.



Si se colgaran plomadas sobre distintos puntos de la superficie de la Tierra y se prolongaran sus trayectorias, todas ellas se encontrarían en el centro de la Tierra. Este punto es su centro de gravedad. La Tierra se comporta como si toda su masa estuviera concentrada en su centro de gravedad, y atrae a los cuerpos en esa dirección.

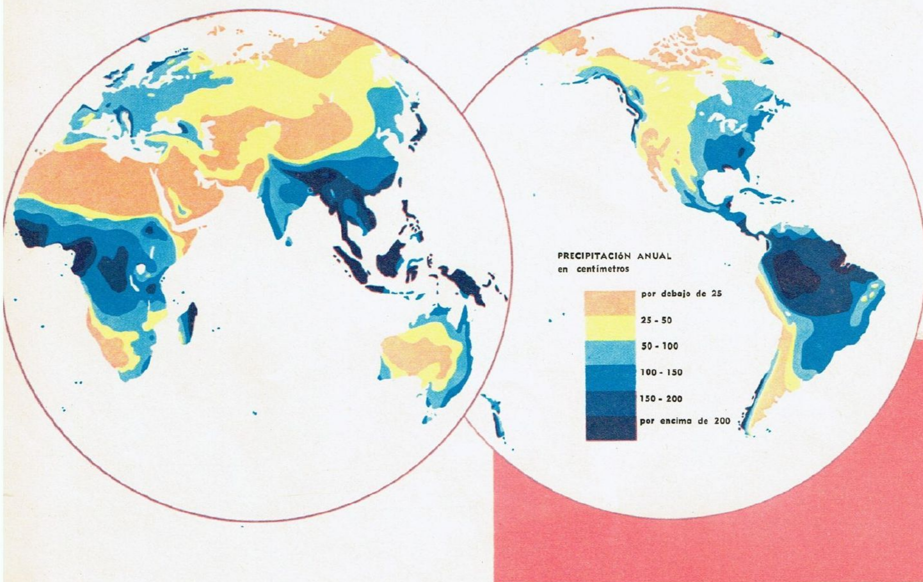


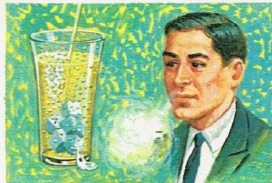
Todo cuerpo tiene un centro de gravedad y se comporta como si su peso estuviera concentrado en ese punto. Cuando se suspende libremente un cuerpo de uno de sus puntos, se coloca de modo que su centro de gravedad esté verticalmente debajo del punto de suspensión. El punto de suspensión, el centro de gravedad y el centro de la Tierra están, los tres, en línea recta.

CONDENSACIÓN Y PRECIPITACIONES ATMOSFÉRICAS

El estudio de las precipitaciones atmosféricas naturales (lluvia, nieve, etc.) no es una cuestión sencilla. Exige un conocimiento detallado de la atmósfera terrestre, lo cual es bastante complejo por los innumerables factores que hay que tener en cuenta, y por sus especiales características dinámicas, que le hacen apartarse de las condiciones usuales de equilibrio.

El comportamiento de un gas encerrado en un recipiente es fácil de explicar, según las leyes de la mecánica de fluidos. Si se calienta uniformemente, las leyes de la termodinámica nos predicen





(Izquierda) Cuando la temperatura de un objeto desciende por debajo del punto de rocío del aire circundante, el vapor de agua empezará a condensarse sobre él.

(Derecha) La gente, al exhalar el aire, hace sus propias nubes en un día de frío. El aire húmedo y caliente de sus pulmones se enfría rápidamente por debajo de su punto de rocío.



El aire caliente puede contener más vapor de agua que el aire frío.

los cambios en volumen, presión o temperatura. Sin embargo, cuando el calentamiento no es uniforme, se crean corrientes de convección y las predicciones ya no son tan sencillas. El problema se complica aún más cuando las paredes del recipiente son irregulares, de forma que estas corrientes encuentran cierta resistencia cerca de ellas. Cuando el gas no es homogéneo, sino que contiene vapores susceptibles de ser condensados, como por ejemplo agua, estas dificultades aún se hacen mayores. Finalmente, imaginemos que el recipiente, con todo lo que contiene, está sometido a un violento movimiento de rotación y podremos hacernos una idea de los problemas que se plantean.

HUMEDAD DE LA ATMÓSFERA

El Sol proporciona todo el calor que la Tierra recibe. Sin embargo, sólo el 10 % de esta energía es absorbido por la atmósfera. El resto lo absorbe la Tierra. La atmósfera se calienta secundariamente por la radiación calorífica de la Tierra, de la que absorbe un 90 %. Como resultado, la atmósfera no se calienta uniformemente, sino que su temperatura depende en alto grado del calor que recibe de la Tierra. Así, las masas de aire tropicales son calientes, mientras que las polares son frías.

Por otra parte, unos 15 millones de toneladas de humedad se evaporan cada segundo en la superficie terrestre por obra del calor del Sol. Aunque el agua hierve a 100°C, puede evaporarse, y de hecho así sucede, a temperaturas más bajas, siempre que el aire que está en contacto con ella no esté saturado.

La cantidad de vapor de agua que una masa de aire puede contener depende de su temperatura. Cuanto más alta sea ésta, mayor será la cantidad de vapor de agua que puede mantener. Una masa de aire a 20°C, por ejemplo, puede contener aproximadamente cuatro veces más vapor de agua que si estuviera a 0°C. Cuando el aire contiene la máxima cantidad de vapor de agua admisible a una determinada temperatura, se dice que está *saturado*. Una masa de aire saturado en contacto con agua líquida a la misma temperatura no pierde ni gana ninguna molécula de vapor de agua. En realidad, existe un equilibrio dinámico en el sentido de que el número de moléculas de agua líquida que pasan al aire es el mismo que el de moléculas de vapor de agua que se condensan sobre la superficie del líquido.

Cuanto más alta es la temperatura, mayor será la cantidad de vapor de agua que una masa de aire necesitará para estar saturada. Bajo las condiciones atmosféricas ordinarias, la cantidad de vapor de agua presente está por debajo de la saturación. Hay dos formas de medir el grado de humedad que presenta la atmósfera: una de ellas es la *humedad absoluta*, la cual se define como el peso en gramos de agua que contiene un metro cúbico de aire. La humedad absoluta varía mucho de unos sitios a otros y no es, verdaderamente, un índice meteorológico muy significativo. Corrientemente se utiliza mucho más la *humedad relativa*, que es el cociente de la masa de agua que el aire contiene y el que tendría si a esa temperatura estuviera saturado. Esta relación se expresa en *tanto por ciento*, y es un dato mucho más significativo a efectos comparativos.

EL PUNTO DE ROCÍO

Si una masa de aire se enfría por cualquier causa, ya sea por contacto con la Tierra, si ésta está más fría, o porque asciende y se expande, alcanza una temperatura, llamada punto de rocío, por debajo de la cual no puede ya mantener toda su humedad en estado de vapor. El vapor de agua en exceso se condensa, es decir, pasa al estado líquido formando gotitas de agua o, si la temperatura es suficientemente baja, cristales de hielo.

Cuando la temperatura de un cuerpo sólido está por debajo del punto de rocío del aire que lo rodea, el vapor de agua que éste contiene se condensa sobre él. Por esta razón, un vaso con una bebida helada se empaña en una habitación a la temperatura ordinaria. El rocío se forma de la misma manera cuando la temperatura del suelo cae por debajo del *punto de rocío* del aire que está en contacto con él. Ésta es, precisamente, la razón de su nombre. Existen dos formas sencillas de medir la humedad atmosférica. Una de ellas está muy popularizada y se basa en el hecho de que el cabello humano, una vez desgrasado, se acorta cuando la humedad relativa disminuye. Disponiendo adecuadamente este pelo, o conjunto de pelos,

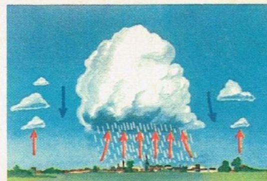
La cantidad de lluvia caída varía enormemente de lugar a lugar. Uno de los sitios más lluviosos del mundo es Cherra Punji, India, donde el promedio anual es de 11 metros, y en donde en ocasiones se han recogido 3,8 metros en cinco días consecutivos. En el otro extremo de la escala, algunas partes del desierto de Atacama (Chile) pueden considerarse afortunadas si reciben una simple gota (el promedio anual es de medio milímetro). En general, las regiones más lluviosas son las alcanzadas por vientos que han soplado en un largo trayecto a través del mar. Esto puede notarse especialmente donde el clima es cálido y el aire llega a contener grandes cantidades de vapor de agua. Los grandes desiertos calientes del mundo están situados en el cinturón de vientos alisios. A medida que estos vientos se dirigen hacia el ecuador, se calientan, y su capacidad de mantener humedad aumenta. De este modo, cuando soplan sobre la tierra, tienden a recoger humedad en vez de desprenderse de ella. La cantidad de agua pluvial de cualquier región es el resultado de la acción recíproca de cierto número de factores. Las regiones montañosas, por ejemplo, tienden a recibir más lluvia que las tierras bajas. Pero el lado de sotavento de una cadena de montañas puede ser muy seco, puesto que los vientos descendentes, que ya han arrojado su humedad en el lado de barlovento de la cadena, están ahora calentándose. Esto se conoce generalmente con el nombre de "sombra de lluvia".



La lluvia frontal o ciclónica es causada por una masa de aire caliente que pasa por encima de una "montaña" de aire frío, o que es levantada por una "cuña" de aire frío.



La lluvia orográfica, o de relieve, es causada al ser forzada la masa de aire a ascender a niveles más fríos cuando tropieza con tierras altas situadas en su trayecto.



La lluvia por convección puede resultar cuando el aire calentado (y por tanto más ligero que el aire que lo rodea), que se eleva por sí solo, se expande y se enfría.

puede lograrse que su cambio de longitud se haga patente sobre una escala y nos indique el estado de humedad de la atmósfera. Otro método, mucho más exacto, utiliza un termómetro corriente con doble finalidad. Primero sirve para indicarnos simplemente la temperatura del aire. Después se envuelve el bulbo con una pieza de tela húmeda que se sujeta convenientemente, y se le da, como si se tratase de una honda, unas cuantas vueltas para lograr una rápida evaporación. La temperatura del termómetro bajará tanto más cuanto más pequeña sea la humedad relativa del aire.

NÚCLEOS DE CONDENSACIÓN

Los hechos suceden como si el vapor de agua contenido en el aire mostrase cierta pereza a condensarse, o como si necesitara algo sobre lo cual condensarse. En la atmósfera, ese algo son partículas diminutas, muchas de las cuales son demasiado pequeñas para poder distinguirlas a simple vista, que son conocidas, en general, como *núcleos de condensación*. Dentro de éstos, pueden incluirse diminutos cristales salinos suspendidos en el aire cerca del mar cuando éste presenta cierto oleaje, el polen, el polvo, el humo y las cenizas volcánicas. La importancia de estas partículas, para que se efectúe la condensación, ha sido demostrada experimentalmente y se ha comprobado que el *aire puro* puede contener cuatro o cinco veces más de la cantidad de vapor de agua que necesitaría para estar saturado en condiciones normales. El número de núcleos presentes en la atmósfera es muy elevado, del orden de 300 en cada centímetro cúbico. Naturalmente, existen muchos más en el aire próximo a zonas industriales, pero, afortunadamente, es su tamaño, no su número, el que determina si ha de condensarse el vapor de agua sobre ellos o no. Si no ocurriera así, los centros industriales se inundarían frecuentemente. La condensación es más fácil sobre partículas grandes que tengan cierta afinidad por el agua; por ejemplo, aquellas que sean solubles. En estos casos puede empezar a condensarse con un 75 % de humedad relativa, que es un cociente bajo. Cuando la humedad relativa aumenta (por un rápido enfriamiento, por ejemplo) los núcleos más pequeños llegan a ser activos, tengan o no afinidad por el agua.
Hasta que se alcanza una humedad relativa del 100 %, las gotitas formadas tienden a evaporarse. Por encima de ese nivel, tienden sin embargo a crecer muy rápidamente en volumen. Se denomina *nivel crítico de sobresaturación* al límite en el que las gotitas de agua están a punto de crecer.

PRECIPITACIONES ATMOSFÉRICAS

Las precipitaciones (depósitos de agua, ya sea en estado líquido o sólido, que la Tierra recibe de la atmósfera) son el final de un proceso que no incluye sólo la condensación, pues hay un largo camino desde las gotitas que forman una nube hasta que se depositan como lluvia o nieve. A medida que las gotas van aumentando de tamaño tienden a caer a la tierra debido a la atracción de la gravedad. Pero son tan pequeñas en esta etapa (alrededor de 2 décimas de milímetro de diámetro) que las corrientes de aire ascendentes pueden trasportarlas hacia arriba. Incluso si logran caer a través de la nueva nube, son evaporadas por el aire más caliente procedentes de capas más cercanas al suelo. La única oportunidad de sobrevivir que tiene una gotita, es chocar con otras e incrementar su tamaño hasta el punto de que ni las corrientes de aire ni la evaporación puedan detener su caída a tierra. Esta gota de lluvia ya formada tiene un diámetro aproximado de 2,5 milímetros.
Cuando la temperatura del aire está por debajo del punto de fusión del hielo el agua puede existir en dos formas: como cristales de hielo (equilibrio estable) o como líquido sobreenfriado (equilibrio inestable). Lo mismo que es necesario un núcleo para la condensación, también se requiere otro para la sublimación (paso de vapor a sólido directamente). Por debajo de —41°C, se produce la sublimación sobre cualquier núcleo, pero por encima de esa temperatura sólo ciertas partículas actúan como núcleos de congelación. Existen algunos sobre los que se empiezan a formar cristalitos de hielo a —32°C, pero hay muy pocos sobre los que se formen en el intervalo que va desde esta temperatura a los —10°C. Resumiendo, entre —10°C las nubes están formadas principalmente por una mezcla de cristales de hielo y gotitas de agua, y por debajo de —41°C de cristales de hielo. Cuando están presentes ambos, los cristales de hielo tienden a crecer a expensas de las gotas líquidas, pues a tales temperaturas son ellos la forma más estable.
Puede llegar un momento en el que los cristales de hielo crezcan lo suficiente para que inicien su viaje hacia la tierra. En el camino chocarán con gotas de agua, las cuales se solidificarán sobre ellos. Al atravesar aire más caliente, a niveles bajos, los cristales de hielo se funden y caen como gotas de agua (si eventualmente no funden caerán como copos de nieve). Este proceso es conocido con el nombre de *proceso Bergeron* y es la explicación más probable de la forma como la lluvia se produce.
La lluvia resulta de la ascensión y enfriamiento del aire húmedo. Esto puede provocarse por más de un medio. Uno de los más sencillos es la convección: una masa de aire irá hacia arriba si el aire que la forma es más caliente (y por tanto, más ligero) que el aire que le rodea. Pero el aire puede ser forzado a subir a niveles más fríos por una cadena de montañas situada en su trayecto.
La lluvia producida de esta forma es conocida por *lluvia orográfica o de relieve*. Una situación similar se presenta cuando una masa de aire encuentra una "montaña" de aire frío. Las masas de aire no se mezclan generalmente y el aire caliente se desliza por encima del frío. La lluvia producida de esta forma se llama *lluvia frontal* o *ciclónica*.



Una de las principales fuentes mundiales de bórax es el yacimiento indicado arriba. Está situado en Boron, California, y tiene 90 metros de profundidad y 600 metros de largo. El mineral es llevado, por medio de una correa transportadora, a la central que aparece en el fondo, donde se purifica.

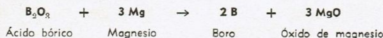
Manzanas sanas y manzanas deficientes en boro aparecen pintadas al margen.

BORO Y SILICIO

Aunque ni el boro ni el silicio se encuentran libres en la naturaleza en estado elemental, algunos de sus compuestos son muy conocidos. El bórax, por ejemplo, es una sal soluble, blanca, que contiene boro (en su parte radical ácida) y que se usa en la fabricación de vidrio, en soldaduras, en la industria cerámica y en la obtención de materiales refractarios. El ácido bórico, un cuerpo sólido blanco que se puede obtener del bórax (aunque también se presenta naturalmente en regiones volcánicas), se usa como antiséptico suave. El mismo boro se añade a algunos aceros para endurecerlos y se usa también como componente de las varillas de control en algunos reactores nucleares.

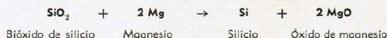
La sílice, bióxido de silicio, se presenta en diversos aspectos, que incluyen el cuarzo, el pedernal, el granito, la amatista, el cristal de roca y la arena. El silicio es, de hecho, el elemento más abundante en la corteza terrestre, después del oxígeno.

Pueden obtenerse ambos elementos calentando sus respectivos óxidos con un agente reductor, como, por ejemplo, magnesio en polvo. La reacción se lleva a cabo generalmente en un crisol cubierto.



$$B_2O_3 + 3\,Mg \rightarrow 2\,B + 3\,MgO$$

Ácido bórico — Magnesio — Boro — Óxido de magnesio



$$SiO_2 + 2\,Mg \rightarrow Si + 2\,MgO$$

Bióxido de silicio — Magnesio — Silicio — Óxido de magnesio

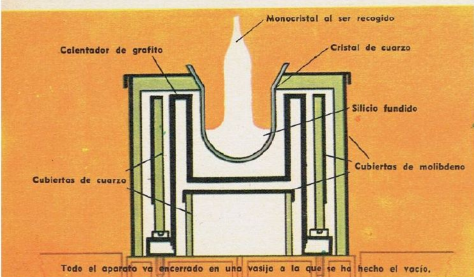
El boro y el silicio elementales se separan de la mezcla final por la acción del ácido clorhídrico, que convierte el óxido de magnesio en cloruro magnésico soluble. El producto es un polvo amorfo, del que posteriormente hay que obtener por cristalización los elementos puros. Disolviéndolo en aluminio fundido y dejando enfriar la solución así formada, pueden obtenerse cristales puros de ambos elementos.

El boro forma cristales quebradizos que son casi tan duros como el diamante. Se combina directamente con el flúor, cloro, bromo, oxígeno, azufre y carbono. El carburo de boro, que es casi tan duro como el diamante, se forma cuando el boro y el carbono se calientan juntos en un horno eléctrico. Aunque las propiedades del boro y de la mayor parte de sus compuestos son las de un no-metal, en ocasiones puede encontrársele en la parte básica de una sal, como en el caso del fosfato de boro.

El boro en su forma elemental no es muy importante comercialmente, pero las sales de ácido bórico tienen muchísimas aplicaciones. Como ya se ha indicado, algunas de estas sales se presentan libres en la naturaleza, de modo que sólo



Izquierda: se muestran cristales de tres compuestos de boro: Kernita, un mineral de borato de sodio ($Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$); ácido bórico (H_3BO_3); y fosfato de boro ($BPhO_4$).

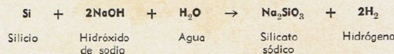


Esquema del horno en el que se funde el silicio refinado. Los monocristales de silicio, que se utilizan en los transistores, se recogen del fundido. Dos de estos cristales están pintados al margen de esta página.

es necesario purificarlas después de su extracción. Uno de los mayores depósitos de boratos del mundo se encuentra en California, y de él se obtiene anualmente cerca de un millón de toneladas. Las impurezas se separan disolviendo el bórax crudo en agua. Después de filtrar, el bórax puro se obtiene de la solución clara por recristalización.
Si se calienta suficientemente, el bórax funde y forma una sustancia plástica en la que se disuelven los óxidos metálicos. Los compuestos formados en la reacción entre el bórax y los óxidos metálicos son a veces sumamente coloreados, siendo este color característico del metal. De este modo, es posible identificar el metal que forma el óxido por el color que da a la *perla de bórax*. Debido a la capacidad que tienen los óxidos metálicos de disolverse en bórax fundido, éste se utiliza para separar óxidos de superficies metálicas que han de ser soldadas.
El bórax se utiliza en la fabricación de vidrio borosilicato *(Pyrex)*, que es muy resistente a cambios bruscos de temperatura. Los principales constituyentes de este tipo de vidrio (del cual se hace la vajilla para el horno) son la sílice (alrededor de 80 %) y el bórax (cerca de 12 %). El bórax también se utiliza en el esmaltado de artículos de cerámica, hornos, cocinas, bañeras, etc.
La presencia del boro es esencial para el crecimiento de las plantas. Los suelos que no contienen la cantidad necesaria de este elemento producen cosechas pobres y de peor calidad que los que lo contienen. Tales cosechas pueden mejorarse añadiendo a estos suelos una cantidad adecuada de este elemento, lo que suele hacerse corrientemente mediante fertilizantes que contienen boratos solubles.

SILICIO

Durante muchos años, el silicio no tuvo ninguna importancia comercial. Recientes experiencias han demostrado que, cuando es muy puro, es un valioso sustituto del germanio en la fabricación de transistores y de otros aparatos que utilizan semiconductores. Los transistores de silicio son particularmente útiles a elevadas temperaturas. Desgraciadamente, los métodos de purificación del silicio, que lo hacen apto para esta aplicación, son un secreto comercial.
Es un elemento sólido opaco, gris oscuro, que tiene una estructura cristalina semejante a la del diamante; cada uno de sus átomos está unido a otros cuatro átomos cercanos. El silicio es completamente inerte a bajas temperaturas, pero cuando se lo calienta fuertemente en el aire la superficie se cubre con una capa de óxido. Es, además, insoluble en el agua, y resiste la acción de la mayor parte de los ácidos con excepción del fluorhídrico. Cuando se hierve con hidróxidos alcalinos, tales como la sosa cáustica, se forma el silicato sódico:



El silicio se combina con el flúor y el cloro cuando se calienta en atmósfera de estos gases, formándose el haluro de silicio correspondiente.
El silicio en sí no es muy duro, pero el carburo de silicio (conocido comercialmente como *carborundo*), que se obtiene calentando una mezcla de bióxido de silicio (sílice) y coque en un horno eléctrico, es casi tan duro como el diamante. Los cristales de carborundo son duros, químicamente inactivos, y no se descomponen hasta los 2.200°C. Los cristales desmenuzados de este compuesto se mezclan con un aglutinante tal como la arcilla, y se moldean en varias formas para ser usados como piedras molares y ruedas afiladoras. La masa formada ha de pasarse por el horno, para que los cristales de ambos compuestos fundan juntos.
Puesto que el silicio está inmediatamente debajo del carbón en la tabla periódica, podría esperarse que los compuestos de estos elementos fuesen similares. Esto es verdad en gran parte. Los óxidos de carbono y de silicio presentan, sin embargo, unas propiedades físicas muy distintas. El anhídrido carbónico es un gas a temperatura ambiente, mientras que el bióxido de silicio es un sólido duro que funde a 1.730°C.
La estabilidad de la sílice (bióxido de silicio) en su estado cristalino se atribuye a la estructura de sus moléculas. El anhídrido carbónico, incluso en estado sólido, está formado por unidades moleculares de dos átomos de oxígeno unidos mediante dobles enlaces a un átomo de carbono. Por el contrario, los átomos de silicio en el bióxido de silicio están unidos por simples enlaces a cuatro átomos de oxígeno. El otro enlace de cada átomo de oxígeno está unido a un átomo de silicio distinto. De este modo, cada átomo de oxígeno es compartido por dos átomos de silicio. La existencia de esta *macromolécula*, como se llama a esta gigantesca red de átomos de silicio y oxígeno, explica la extraordinaria estabilidad de la sílice o arena. Además del uso de la arena y de otras rocas que contienen sílice en la industria de la construcción, la sílice tiene muchas aplicaciones. La fabricación de vidrio a partir de la sílice, cal y carbonato sódico ha sido ya descrita (véase *tomo I, págs. 58-59*).
Se puede obtener un tipo de vidrio especial calentando el cuarzo hasta que funde, y tratando la masa fundida del mismo modo que se trata el vidrio. Las fibras de cuarzo se usan para suspensiones en delicados aparatos eléctricos. Los crisoles, las placas para evaporación y aparatos similares de sílice fundida son útiles en ciertos tipos de reacciones. A temperaturas elevadas, la sílice se combina con las bases y los óxidos metálicos para producir silicatos, imponiendo este hecho un límite de temperatura por encima de la cual estos artículos no pueden utilizarse.
En los últimos años se ha desarrollado toda una serie de compuestos orgánicos que contienen silicio: las siliconas. La unidad básica de estos compuestos es una cadena —Si-O-Si— de enlaces con dos grupos orgánicos (metil, etil, fenil, etc.) unidos a cada átomo de silicio en la cadena. La mayor parte de las siliconas son compuestos muy estables, y a los que el agua no moja. Por ello se usan como impermeabilizantes. Según sea la estructura de las moléculas en particular, las siliconas pueden ser aceites, grasas o resinas. Algunas se emplean como lubrificantes en los casos en que se producen grandes variaciones de temperatura, para los que los aceites y grasas corrientes resultan inapropiados.

NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

CIRUGÍA EN EL CORAZÓN ABIERTO

La cirugía del corazón ha avanzado muy rápidamente en los últimos diez años. De las operaciones realizables, las que se llevan a cabo con el corazón abierto son, sin duda, las más espectaculares. Antes de alcanzarse el presente nivel, hubieron de ser resueltos muchos y muy complicados problemas. Para abrir el corazón, es necesario detener temporalmente la circulación de la sangre, con lo que se impide el aporte de oxígeno al organismo. Los centros superiores del sistema nervioso central, por su cociente metabólico relativamente alto, están particularmente expuestos a sufrir daño al no recibir oxígeno, del que no pueden estar privados durante más de cinco minutos. Para dar un margen más amplio, y permitir que pudieran ser efectuadas operaciones más complejas y de mayor duración, fue desarrollada la técnica denominada hipotermia, o cirugía a bajas temperaturas. Enfriando al paciente a temperaturas más bajas que la suya normal, el metabolismo de los tejidos disminuye, requiriendo, como consecuencia, una cantidad menor de oxígeno. Esta técnica consiguió prolongar hasta unos diez minutos el tiempo de operación, margen que todavía era insuficiente en algunos casos. Se pensó entonces que se alargaría si fuera posible aislar el corazón y los pulmones, manteniendo un régimen más o menos normal en el resto del cuerpo. Esta idea sugirió el desarrollo de varios tipos de bombas mecánicas, que son capaces de sustituir las funciones del corazón y de los pulmones. En la operación, los diversos tubos y recipientes de la bomba se llenan de sangre del mismo tipo que la del paciente. Después, mediante unos tubos de plástico, se hacen las conexiones con las venas cava superior e inferior, llevando la sangre a determinados recipientes de la bomba que sustituyen a la aurícula derecha del corazón. La sangre pasa a través de un aparato oxigenante, donde toma oxígeno y desprende CO_2. Entonces fluye a través de un dispositivo adecuado, desde el cual se bombea a una de las grandes arterias del cuerpo, quedando así completo el circuito. El corazón sigue recibiendo la sangre que normalmente lo irriga, para mantener la integridad del miocardio. Las cavidades que han sido aisladas de esta forma pueden ya ser abiertas y recibir el tratamiento quirúrgico que proceda. Los problemas biológicos y químicos que presenta la alteración de la actividad normal de un determinado órgano son muy difíciles, pues ha de tenerse en cuenta que un organismo vivo es un complejo de sistemas bioquímicos coordinados. De la consideración y solución de tal problema depende en gran parte el desarrollo de esta espectacular técnica.

LOS MICROCIRCUITOS

La introducción del transistor supuso, como es bien conocido, una fantástica conquista técnica que influyó en casi todas las esferas y órdenes de nuestra vida. Su pequeño tamaño y su comodidad de manejo los hicieron preferibles, en general, a las válvulas en cualquier aparato con un circuito electrónico incorporado. Actualmente, los transistores son, a su vez, fantásticamente superados por los microcircuitos. Los microcircuitos van montados sobre una base rectangular de vidrio o silicio del tamaño de una lenteja y están constituidos por un minúsculo ensamblado de finos hilos de metal. Sustituyen, en conjunto, a un circuito electrónico normal compuesto de docenas de transistores. Los microcircuitos, aunque ya se emplean en satélites y proyectiles dirigidos, se encuentran actualmente en período de desarrollo y se cree que su uso será más general hacia el año 1970. Expresada en números la comparación, los microcircuitos reducen el tamaño de un circuito electrónico similar de válvulas a una milésima parte, y el de uno de transistores a una centésima parte. Con los microcircuitos podrían construirse receptores de radio del tamaño de un reloj de pulsera y aparatos de televisión con un volumen similar al de los actuales aparatos de radio de transistores pequeños. Ya se ha comprobado que un ordenador electrónico tipo UNIVAC cabe en una caja de 15 centímetros de lado, si se construye con microcircuitos. En el campo de la medicina, podrían construirse minúsculos aparatos de radio que trasmitieran información desde dentro del estómago. Por todo ello, los microcircuitos están llamados a ser componentes esenciales de nuestra vida en el próximo decenio.

VIDRIO FOTOCRÓMICO

Se ha obtenido en Estados Unidos un tipo de vidrio, llamado fotocrómico por su peculiar característica de oscurecerse a la luz y de recuperar su trasparencia a la sombra. Este vidrio contiene infinidad de cristales submicroscópicos de haluros de plata, los cuales no afectan su trasparencia ni su color. Cuando el vidrio se expone a la luz visible o ultravioleta, los iones plata se reducen a plata metálica finísimamente dividida, con lo que el vidrio se oscurece. Este mismo proceso es el que tiene lugar en las películas fotográficas, pero con carácter permanente. En el vidrio al que nos referimos, sin embargo, la red cristalina mantiene fuertemente los átomos de plata en el mismo lugar donde se forman. Cuando cesa la luz que los reduce, tornan a combinarse con los iones de haluro de los que se habían separado, y el vidrio vuelve a ser trasparente. Así se consigue que la reacción sea reversible, de forma que pueda repetirse casi indefinidamente. Ya se han previsto multitud de aplicaciones prácticas, como pueden ser vidrios de ventanas que preservan los edificios con aire acondicionado de la luz y el calor; cristales delanteros en los automóviles, que se oscurezcan cuando el sol brilla; y hasta gafas de sol, que automáticamente se ajusten a las condiciones luminosas existentes.

TORMENTAS SOLARES

El Sol se encuentra actualmente en un período de sosiego, según indican las medidas de la intensidad de los rayos X que envía. El Sol presenta un ciclo periódico de once años de duración, en el que pasa por fases de actividad y tranquilidad, sucesivamente. Durante el Año Geofísico Internacional (1957-58) presentó su máximo de actividad, y en el otoño del presente año pasará por su fase más tranquila. La existencia de este ciclo aún no está muy bien explicada. Al comienzo de una etapa de actividad aparecen unas cuantas "manchas" pequeñas en los polos norte o sur del Sol. A medida que continúa el ciclo, las manchas solares se hacen más grandes y frecuentes, y se mueven hacia el ecuador. Estas manchas producen intensos campos magnéticos, cuya dirección cambia de un ciclo a otro, por lo que se supone que el ciclo completo es realmente de 22 años. Cuando el Sol está en un período de actividad, aparecen también las prominencias solares, que son una especie de "llamaradas" que se proyectan desde la superficie del Sol a gran velocidad y que alcanzan distancias realmente asombrosas. Éstos son los signos de las llamadas "tormentas solares", las cuales son frecuentes en los períodos de actividad, y que repercuten sobre la Tierra, produciendo perturbaciones en las retrasmisiones radiofónicas y otros fenómenos diversos. Aparte de su interés teórico, los estudios que actualmente se realizan en este campo tienen una gran importancia práctica, ya que estas tormentas son una gran fuente de radiaciones potencialmente letales para los astronautas.

CORREO DE LECTORES

LA BARRERA DEL SONIDO

A. J. — Quisiera que me explicara en qué consiste la barrera del sonido.

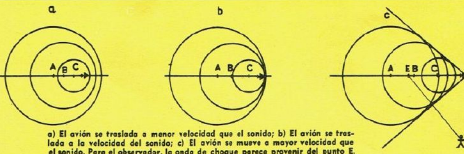
Un avión avanzando en el seno del aire origina delante de sí una sobrepresión, y detrás una depresión, que, al irse produciendo en puntos sucesivos del espacio, constituyen realmente una fuente emisora de ondas sonoras que avanza con el avión. Si éste lleva una velocidad menor a la del sonido, las ondas sucesivas así producidas no llegan nunca a reforzarse mutuamente y un observador las percibe como un ruido al que se superpone el "rugido" que el avión deja en su estela, y que, por tanto, no llega a ser advertido. Por el contrario, si el avión lleva una velocidad superior a la del sonido, estas ondas llegan a



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

reforzarse mutuamente, componiéndose de modo que generan lo que se llama una onda de choque u onda de Mach. Examinando las figuras adjuntas, se comprenderán más fácilmente algunas características de este fenómeno.
En el esquema a) se presenta el caso de un avión trasladándose a menor velocidad que el sonido. Las ondas producidas en las posiciones sucesivas A, B, C avanzan más aprisa que el avión y no llegan nunca a superponerse, de modo que no pueden reforzarse entre sí. En el caso b) las ondas se refuerzan entre sí justamente delante del avión. El aire, comprimido, resulta mucho más denso que en el caso a), y las ondas reforzadas actúan efectivamente como una barrera que obliga a emplear una energía considerable para poderla traspasar. En el caso c), que es el de un avión con mayor velocidad que la del sonido, estas ondas se refuerzan en una superficie cónica que envuelve las ondas elementales y que constituye la onda de choque. Esta onda, intensa, pero de breve duración, produce el efecto de un estampido al ser percibida por un observador, al cual, dado el modo de propagación de la onda, le parecerá que proviene de un punto que el avión ha rebasado ya, dando así lugar a la creencia errónea de que tal estampido se produce al pasar el avión **la barrera del sonido.**



a) El avión se traslada a menor velocidad que el sonido; b) El avión se traslada a la velocidad del sonido; c) El avión se mueve a mayor velocidad que el sonido. Para el observador, la onda de choque parece provenir del punto E.

CONSULTAS AGRUPADAS

A. M. C. — El peso de un cuerpo varía con la altura a la que se encuentra sobre la superficie terrestre.
Una masa de 3 Kg., a 3 m. de altura, pesa casi 2 mg. menos que sobre la superficie terrestre. Esta diferencia de peso sólo podría ser apreciada con un resorte muy sensible especialmente construido.
Ciertamente, los relojes con esferas fluorescentes suelen contener sustancias radiactivas. La radiación producida excita la luminosidad de algunos compuestos, como ciertos tipos de sulfuro de cinc. Caso de no contener sustancias radiactivas, la luminosidad deja de apreciarse al cabo de un par de horas de hallarse el reloj en la oscuridad; en este caso, se trata de sustancias fosforescentes que se excitan por la acción de la luz.
J. E. — Al menos en Italia y en Nueva Zelandia, existen instalaciones en funcionamiento que aprovechan **la energía geotérmica.** No se trata propiamente de instalaciones sobre volcanes en actividad, pero hacen uso de la energía contenida en bolsas calientes, de origen indudablemente volcánico. En varios países, entre ellos Francia, existen instituciones científicas encargadas de investigar las posibilidades de nuevas fuentes de energía, entre las que se incluye la llamada "energía geotérmica".
A. V. T. — Tiene Ud. razón. No obstante, el tema de la oxidación-reducción será tratado en un artículo completo, e igualmente se publicará también un artículo sobre la naturaleza química de las sustancias colorantes.
En cuanto a cómo escribir las fórmulas de los compuestos químicos, parece que lo más indicado debe ser atenerse a las normas de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada que, para compuestos inorgánicos, recomienda escribir en primer lugar el elemento más electropositivo; así, se debe escribir NaCl, NaOH, $Al_2(SO_4)_3$, etc.
Respecto a su tercera consulta, ha de tener usted en cuenta que las células de cualquier miembro siguen viviendo durante un cierto tiempo, después de que ha sido separado del cuerpo. Las células nerviosas de la cola de la lagartija seguirán cumpliendo su función utilizando el resto medular como centro nervioso. Existe un estímulo (la herida del corte) que es enviado a la médula de la misma cola, donde se generan los impulsos que, a través de las fibras nerviosas, provocan las contracciones musculares.

Y PARA CONCLUIR...

LOS PÁJAROS Y LA AVIACIÓN

Los desperfectos que los pájaros pueden causar a un avión tienen a veces consecuencias fatales. A la velocidad de un avión de reacción un pájaro es un proyectil capaz de hacer un agujero en las alas. Asimismo, sus potentes motores pueden sorberlos y sufrir daños internos serios. En Holanda se nombró una comisión para tratar de solucionar este problema, el cual se presenta principalmente en los aterrizajes y despegues. La solución propuesta fue la de alinear una serie de altavoces a lo largo de las pistas de aterrizaje, que lanzaban llamadas de peligro emitidas por las propias aves y que previamente se habían registrado en grabaciones. El método dio resultado.

SEPAMOS CÓMO SE CALCULA

La distancia de los planetas al Sol. — De acuerdo con las leyes de Kepler, los planetas describen órbitas elípticas alrededor del Sol. No obstante, para cálculos aproximados, pueden considerarse circulares. La tercera ley de Kepler se enuncia de la forma siguiente: el cubo de la distancia media de un planeta al Sol es proporcional al cuadrado de su período de revolución; es decir, al tiempo empleado en dar una vuelta alrededor del Sol. La constante de proporcionalidad es $(\frac{4n^2}{G M_s})$, por lo que podemos establecer la ecuación:

$$P^2 = (\frac{4n^2}{G M_s}) d^3$$

en donde **P** y **d** son el período y la distancia, respectivamente, **G** es la constante universal de gravitación y **M** es la masa del Sol. Aparte de otras muchas cosas, con esta sencilla fórmula podemos calcular **d**, es decir, la distancia media de cualquier planeta al Sol, conociendo su período de revolución y la masa del último. Este es uno de los más sencillos métodos para calcular esta distancia, ya que **P** puede ser conocido fácilmente por observaciones astronómicas.

FRASE DE LA SEMANA

Dijo Santiago Ramón y Cajal: "Resignémonos a marchar humildemente detrás de los sabios, para poder marchar algún día en su compañía".

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	30.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COLOMBIA,	Pesos	2,50	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4.—
*CHILE,	Escudos	0,75	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—	*VENEZUELA,	Bolívares	1,25

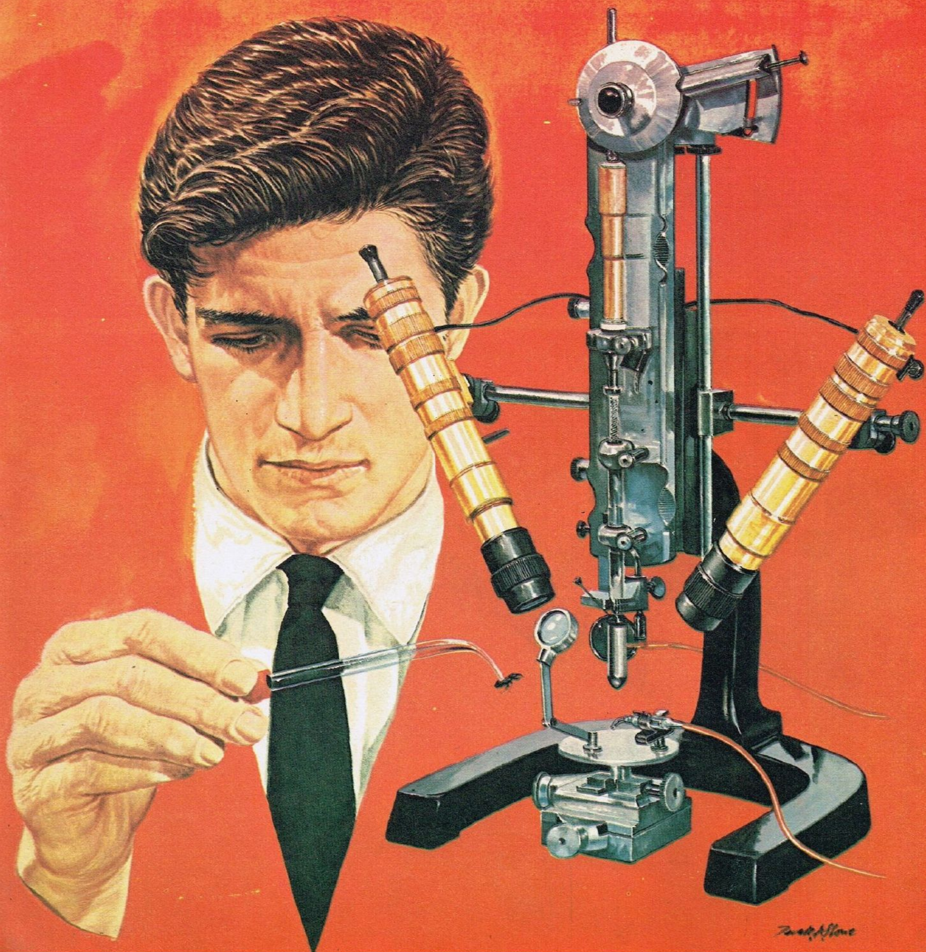
Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 20 de julio de 1964

Nº 41

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: **Dr. Wilhelm ANDERSON (Dir. Of. Análisis del Departamento de Agricultura de EE.UU.), insecticidas. Ingeniero C. VIRGILI, el motor del automóvil. M. ARON (Profesor de la Facultad de Medicina de Estrasburgo), los sentidos. Harold C. RIGGS (Ingeniero de la Electric Battery Co.), tubo de rayos catódicos. Howard VOLLUM (Presidente de la Tektronik Co.), tubo de rayos catódicos. Prof. Harold C. WEBER (Ingeniero Químico del Instituto Tecnológico de Massachusetts), los insecticidas. Prof. Ernest ZIMMER (Lübeck), tensión, intensidad y resistencia. Kenneth W. PERKINS (Mc. Graw Hill Co.), metales alcalinos. Ignacio PUIG (Director del Observatorio Astronómico San Miguel, Argentina), telescopio astronómico. Louis LEPRINCE RINGUET (Academia de Ciencias de París), sondeo acústico. Dr. Curtis L. NEWCOMBE (Inv. Navales, Dep. de Defensa Radial de EE.UU.), sondeo acústico.**

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por
EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO I
TOMO IV
Nº 41

SUMARIO:

Distribuidores, Agentes de Suscripciones y Venta de Números Atrasados, **ARGENTINA:** Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana S. A., Carrera 7ª nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S. A., Santo Domingo 1175, Santiago. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, 1ª Calle Oriente y 4ª Avda. Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Ediciones S.A. (DEDESA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De la Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela, D.C. **MÉXICO:** Distribuidor Dispublex S. A., Dir. responsable Marcial Frigolet, Bolívar 154, México D. F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdés, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S. A., Jirón de la Unión 284, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Compañía Uruguaya de Ediciones S. A., 25 de Mayo 620, Montevideo. **VENEZUELA:** Venezolana de Publicaciones C. A., Princ. a Sta. Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:

LOS INSECTICIDAS: El grabado muestra a un investigador llevando un insecto al aparato que se utiliza para probar la eficacia de los nuevos insecticidas sintéticos.

TARIFA REDUCIDA
Nº 7271
Correo Apartado Central B

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Válvula mitral artificial. — El profesor Nicolai Amossov ha efectuado recientemente en la clínica de cirugía cardíaca de Kiev dos operaciones, en las que la válvula mitral del corazón ha sido reemplazada por una artificial. En lugar de la válvula bicúspide ordinaria, el cirujano soviético ha colocado en el corazón de dos jóvenes enfermas (15 y 19 años) una válvula tricúspide artificial de fabricación propia. Hasta el momento, estas válvulas siguen funcionando con normalidad. La válvula tricúspide artificial, creada por Yuri Krivtchilov, presenta distintas características que una prótesis semejante puesta a punto por especialistas estadounidenses. Es de plástico sintético y tiene un núcleo de alambre de acero inoxidable.

¿Todos los metales son superconductores? — Un grupo de físicos de la Universidad de California ha reunido suficiente información para poder afirmar que el oro conduce grandes cantidades de corriente eléctrica cuando se enfría a temperaturas extremadamente bajas. El fenómeno de **la superconductividad** estaba ya bien establecido para más de la mitad de los elementos metálicos conocidos. Según este fenómeno, al enfriar tales elementos a temperaturas criogénicas (por debajo de — 254°C.), desaparece casi por completo su resistencia a la corriente eléctrica. El aluminio, que a temperatura ambiente es ya un buen conductor de la electricidad, multiplica 10.000 veces su conductividad a temperaturas criogénicas. Hasta el momento, sin embargo, no se habían registrado signos de superconductividad en elementos como el cobre, plata u oro. Las investigaciones llevadas a cabo por este grupo de físicos pueden ofrecer la respuesta a una de las preguntas que actualmente se formulan los hombres de ciencia, a saber: ¿Es la superconductividad un fenómeno general que presentan todos los metales?

NOTICIAS DE MAÑANA

Trenes sin conductor. — Durante los últimos años, la electrónica ha contribuido a mejorar considerablemente la seguridad y regularidad del tráfico en las redes ferroviarias. Últimamente, se han reunido en París más de 300 expertos para estudiar el empleo de la cibernética en el control de los ferrocarriles. Uno de los temas tratados que ofrecen más interés es el de los trenes sin conductor. En recorridos experimentales, ya han circulado en EE. UU., Japón y Francia trenes controlados por un servomotor dirigido por un ordenador electrónico. Los excelentes resultados obtenidos han demostrado que, técnicamente, es posible generalizar esta operación. Económicamente, sin embargo, el proyecto plantea ciertos problemas. Estos trenes alcanzan velocidades de unos 300 Km/h., y sería necesario reformar las vías férreas existentes para adaptarlas a las nuevas necesidades. Para automatizar los trenes, será preciso, pues, proceder por etapas, dentro de un programa cuya consecución puede necesitar como mínimo unos veinte años.

Barcos cisternas submarinos. — El trasporte de productos petrolíferos volátiles, como el butano y el propano líquidos, el etileno, etc., es particularmente difícil y costoso, porque en condiciones normales esas sustancias son gaseosas, siendo necesario someterlas a presiones elevadas para mantenerlas en estado líquido. El tanque submarino que Esso Research ha propuesto para este fin está formado por una cisterna, que se encuentra rodeada por otra, separadas entre sí por medio de paredes flexibles. Mediante un sistema especial, el agua del mar puede entrar y salir de la cámara exterior, de forma que la presión de la cisterna sea la misma que la presión existente a la profundidad en que se encuentra el tanque. En teoría, es posible, pues, modificar la presión interna de la cisterna, colocando el tanque, en conjunto, a mayor o menor profundidad. En la actualidad, los técnicos de Esso Research están resolviendo los problemas técnicos que esta idea preliminar plantea. Para ello, se ha sugerido que el tanque submarino sea el que lleve el motor, pero que sea dirigido por un pequeño barco de superficie que llevaría el combustible y un generador eléctrico. El barco y el tanque estarían unidos por medio de dos cables, uno para el remolque y otro para la trasmisión de energía eléctrica.

LOS INSECTICIDAS

El término *insecticida* se aplica a cualquier sustancia usada para matar insectos, o para exterminar las plagas formadas por éstos. Es conveniente clasificar los insecticidas según su modo de acción. Se usan, ocasionalmente, cierto número de polvos minerales, como los compuestos de silicio y aluminio, para acabar con las plagas en las casas o almacenes. Su acción es puramente mecánica. Los insectos están recubiertos por una película impermeable que impide la pérdida de los fluidos del cuerpo por evaporación. Los bordes afilados de las partículas de polvo dañan la cutícula y causan la muerte del insecto, que pierde agua por la evaporación subsiguiente. La mayoría de los insecticidas, sin embargo, actúa por medios químicos. Intervienen en los procesos vitales de los insectos, causando parálisis y, eventualmente, la muerte.

Los *venenos estomacales* actúan cuando son tragados por los insectos. Por lo tanto, sólo son útiles cuando intervienen en el alimento de los insectos. Se exterminan las langostas y otros insectos *masticadores* aplicando insecticidas a las plantas de que se alimentan. El insecticida puede deteriorar el epitelio del intestino, o se absorbe en el interior del cuerpo. A veces se usan *cebos* venenosos para combatir las hormigas y las cucarachas. Se añade el insecticida a un alimento atractivo (cebo), colocado en la zona infestada, y los insectos mueren después de tomar el alimento.

Los *insecticidas sistémicos* son un hallazgo más reciente. Los compuestos de este tipo (por ejemplo: el *Systox*) son insecticidas que actúan sobre el estómago, y que son absorbidos por las plantas y llevados en la savia. De este modo son activos contra los diversos insectos *chupadores* (por ejemplo: los afídidos) que no "comen" las hojas, y que no son afectados por los insecticidas estomacales normales. Los venenos estomacales se aplican normalmente a los cultivos en forma de polvo o por aspersión de líquidos. Se consigue que los tejidos sean resistentes a la polilla mediante la impregnación de las fibras con venenos estomacales, para matar la polilla y otras plagas, como, por ejemplo, los antrenos.

Los *venenos de contacto* son insecticidas que empiezan a actuar tan pronto como se ponen en contacto con cualquier parte del insecto. La velocidad de acción depende, en parte, de la facultad del insecticida para penetrar a través de la cutícula del insecto, y, en parte, de la naturaleza del veneno. Los venenos de contacto pueden ser, además, venenos estomacales. Muchos son volátiles (es decir, despiden vapores) y actúan más bien como fumigantes.

Se aplican los venenos de contacto de muchas maneras. Los aerosoles domésticos contienen generalmente una mezcla de compuestos con acción de contacto. Las partículas de la pulverización tocan los insectos y rápidamente los afectan. No todos los insecticidas actúan con la misma velocidad. A veces se pone "fuera de combate" a un insecto, pero se recupera más tarde. Otros compuestos actúan lentamente, pero matan.

Los aerosoles contienen generalmente ambas formas letales, produciendo rápidamente un atontamiento y luego una muerte segura. Evidentemente, una pulverización fina de esta clase sólo es eficaz cuando los insectos están presentes. Los insecticidas de contacto que se pulverizan o espolvorean en los lugares de reposo de los insectos, y que permanecen activos durante cierto período, se llaman *insecticidas residuales*.

En los trópicos suelen pulverizarse las casas con insecticidas residuales para matar todo mosquito que se pose sobre las paredes. Las partículas del insecticida penetran por las patas del insecto y actúan sobre el sistema nervioso o sobre el respiratorio. Cuanto más volátil es un insecticida (o sea cuanto más activo es como vapor), tanto menos efectivo será como compuesto residual.

Los fumigantes son compuestos gaseosos que penetran en el material infestado, matando los insectos (por ejemplo: los gorgojos del grano) al introducirse en sus mecanismos vitales. La fumigación es una ayuda valiosa para la conservación de los productos almacenados. El espacio que se fumiga debe cerrarse para evitar los escapes del gas venenoso. A menudo se usan para este fin cubiertas impermeables al gas. Después de cierto tiempo, que depende de la temperatura, de la dosis y del tipo de fumigante usado, etc., las cubiertas se retiran y se ventila el espacio, procurando que el personal se mantenga lejos. El gas se dispersa gradualmente, sin dejar ningún insecto vivo y ningún residuo dañino.

No obstante, la fumigación no es garantía de protecciones



Las larvas de escarabajos, que viven en los granos de trigo, emergen cuando han crecido, dejando una cáscara vacía.



En Kenia se cultivan en gran escala las flores del pelitre, las que se usan para la producción de piretrina.



Las agallas de las raíces pueden causar grandes pérdidas en las cosechas, si no se toman las debidas precauciones para controlar los insectos que las originan.



Los pulverizadores de pequeño tamaño, como éste, pueden usarse para áreas reducidas. Para plantaciones de frutales y grandes extensiones se usan máquinas montadas en tractores o helicópteros.

duraderas contra ataques posteriores de los insectos, y, tan pronto como se ha dispersado el gas, pueden acudir nuevas plagas si el material se ha dejado al descubierto. Tratando la estructura del edificio con un insecticida residual, puede evitarse, en gran parte, la reinfestación.

Entre los fumigantes eficaces figuran: el bromuro de metilo ($BrCH_3$), el ácido cianhídrico (CNH) y el tetracloruro de carbono (Cl_4C). Los fumigantes son gases muy venenosos y deben aplicarse solamente por operadores adiestrados.

COMPUESTOS INSECTICIDAS

Hasta hace unos veinticinco años sólo estaban en uso unos pocos compuestos insecticidas. Los más eran productos vegetales, como la *rotenona* y la *nicotina*. Los compuestos de *arsénico* se usaban también, pero tenían la desventaja de ser venenos totales (es decir, activos contra todos los animales).

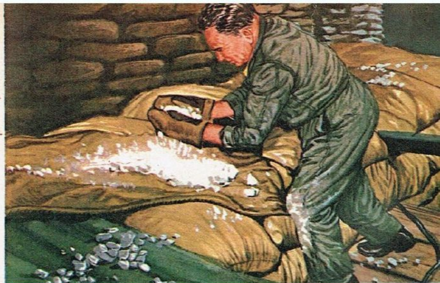
El insecticida ideal (que aún no ha sido encontrado) sería mortal para ciertas especies de insectos y completamente inofensivo para los demás seres vivientes.

La *piretrina*, sustancia extraída de la flor del pelitre, se ha usado como insecticida durante muchos años. Tiene una acción rápida que pone "fuera de combate", pero no siempre es mortal. Se usa en aerosoles caseros y, frecuentemente, para tratar los granos almacenados, pues tiene poquísimo efecto sobre los seres humanos a la dosis que se usa contra los insectos.

Continuamente se llevan a cabo investigaciones para descubrir el insecticida perfecto, y con el descubrimiento del DDT, en los años 30, se creyó haberlo encontrado. El DDT (sigla de *dicloro-difenil-tricloroetano*) es un compuesto artificial bastante simple, sumamente tóxico para los insectos, de larga duración, y, en general, tan poco venenoso para los mamíferos como los otros insecticidas ordinarios. Se creía que a las dosis necesarias para matar insectos, el DDT era casi inofensivo para el hombre. No obstante, el DDT se almacena en el cuerpo, y la ingestión continua de residuos puede ser dañina. Aunque su acción es lenta, el DDT es mortal para todos los insectos, y se aplicó en las esferas agrícolas y médicas en gran escala.

Un poco después del hallazgo del DDT, se descubrió el *lindano* (hexacloruro de benceno), junto con varios compuestos relacionados (por ejemplo: el *aldrin* y el *dieldrin*). Todos son *hidrocarburos clorados*, es decir, hidrocarburos en los cuales el hidrógeno ha sido reemplazado total o parcialmente por el cloro. Muchos son eficaces en forma de vapor, pero son especialmente útiles en forma de pulverización o de polvo. En general, son más venenosos para el hombre y los animales que el DDT.

Como resultado del empleo masivo del DDT y de otros insecticidas sintéticos, muchos insectos (por ejemplo: las moscas caseras y los mosquitos) se han vuelto *resistentes*, es decir, no sucumben a dosis mucho más fuertes



El bióxido de carbono sólido (nieve carbónica) se rocía entre los sacos de un almacén. A pesar de su propio valor fumigante, se usa junto a otros compuestos de esa clase.

que las que habrían matado a los insectos originales.

Se ha trabajado mucho en lo concerniente a la resistencia, y parece ser que los insectos han desarrollado un mecanismo químico que destruye el veneno antes de que éste les haga daño. El problema se resuelve aumentando la dosis, destruyendo el mecanismo protector, o usando otro insecticida. Lo primero no es práctico, ya que implica el aumento de residuos peligrosos para otros animales.

Las otras dos posibilidades han estimulado mucho la investigación y han aparecido nuevos insecticidas, de los cuales, los más importantes actualmente son los compuestos orgánicos del fósforo, tales como el *diazinón* y el *malatión*. Estos compuestos son venenosos para el hombre, pero el *malatión* es relativamente inofensivo y se usa, por ejemplo, como polvo para tratar el grano almacenado.

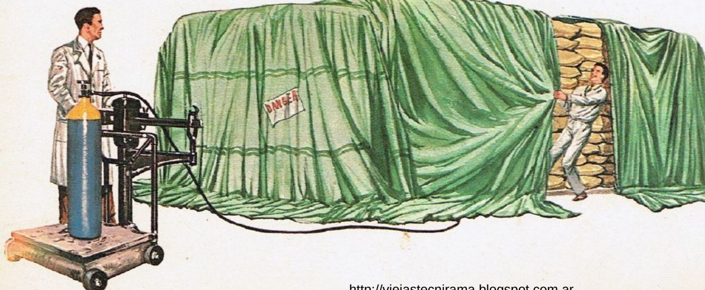
La resistencia sigue, sin embargo, desarrollándose en muchas especies de insectos y frente a muchos insecticidas, de forma tal que hay siempre una demanda de nuevos compuestos. Antes de que un insecticida sea comercializado de forma segura, tiene que ser sometido a una serie de pruebas severas. Debe ser activo a pequeñas dosis.

Se han construido, y posteriormente mejorado, aparatos especiales para aplicar pequeñísimas cantidades de insecticida de contacto a cada insecto en forma de ensayo. Se verifican otras pruebas, para observar si el compuesto es peligroso para otros animales, para las plantas —especialmente después de contactos prolongados con residuos— y para las personas, a través de los alimentos.

Después de las pruebas en pequeña escala en el laboratorio, deben llevarse a cabo ensayos en gran escala en el campo, para averiguar si su uso es económico y práctico. Un punto importante es que, en las aplicaciones agrícolas, el insecticida no debe matar los insectos beneficiosos al mismo tiempo que los dañinos. Los insecticidas deben ser *selectivos* en su acción.

Aquí reside la gran ventaja del control biológico frente a los insecticidas. El control biológico, usando enemigos naturales, *es* selectivo, aunque, evidentemente, más lento que el efectuado con insecticidas. No aparecen residuos perjudiciales después del control biológico, y, quizá en el futuro, se dará más importancia a los métodos biológicos de control que a los procedimientos químicos.

El ácido cianhídrico está a punto de ser conducido por medio de un tubo a un montón de producto almacenado. La balanza sirve para asegurar que la cantidad de gas sea adecuada.



EL MOTOR DE AUTOMÓVIL

El motor de automóvil pertenece a la clase de máquinas térmicas llamadas de combustión interna. Un motor de combustión interna es una unidad de fuerza motriz, cuyo único objeto es la conversión de la energía calorífica del combustible (gasolina, aceite diésel, etc.) en fuerza motriz útil. La combustión efectiva (la quema del combustible), se verifica en la cámara de combustión (parte superior) del cilindro del motor. En este tipo de máquina, o motor, el combustible debe ser mezclado con el aire antes de quemarse.

PARTES FUNDAMENTALES

Las partes fundamentales del motor se indican en la figura I. Son las siguientes: Un cilindro de metal, cerrado en su parte superior, excepto por dos *aberturas*, que pueden cerrarse o abrirse mediante dos válvulas, llamadas *válvula de admisión* y *válvula de escape*. Un émbolo o pistón circular se desliza en el interior del cilindro y se une, por medio de la *biela*, al *eje cigüeñal*.
En el motor del automóvil, toda la fuerza que resulta de la expansión está dirigida sobre la parte superior del pistón, que se desliza entonces hacia abajo dentro del cilindro. Este movimiento es trasmitido mediante la biela y hace que gire el eje cigüeñal.
Como la fuerza que actúa sobre el pistón es considerable, resulta que el eje cigüeñal continúa girando y entonces empuja al pistón hacia la parte superior del cilindro. Este movimiento de *sube y baja* del pistón es una parte esencial del ciclo de la operación del motor, llamada *ciclo de cuatro tiempos* o *ciclo Otto*.

OPERACIONES DEL CICLO DE CUATRO TIEMPOS

Los motores de automóvil, en su mayoría, usan gasolina como combustible, y funcionan según el ciclo de cuatro tiempos o ciclo Otto, así llamado porque el Dr. Otto, un ingeniero alemán, inventó en 1876 una máquina de trabajo que usaba este ciclo. La expresión *cuatro tiempos* se refiere al número de tiempos del pistón que se requieren para completar un ciclo; cada ciclo es una serie de operaciones que se repiten constantemente. La figura II ilustra los cuatro tiempos del motor, que son como sigue:

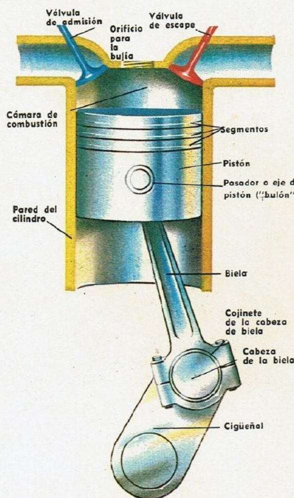


Figura I. Partes esenciales de un motor de gasolina.



La acción de un motor de gasolina se parece, hasta cierto punto, al disparo de un cañón. Si, en vez de pólvora, se vierte gasolina en el espacio comprendido detrás de la bala, y se le da el tiempo necesario para que se mezcle con el aire y luego se queme, la explosión que sigue conduce la bala a lo largo del tubo. El cañón representa al cilindro y la bala, al pistón. En la práctica, la mezcla de gasolina y aire se comprime considerablemente antes de quemarse, y de este modo la fuerza que resulta de la explosión es mucho mayor.

a) Tiempo de admisión

El pistón se mueve hacia la parte inferior del cilindro y en éste se produce un vacío parcial. Se abre la válvula de admisión. La presión atmosférica, mayor ahora que la del interior del cilindro, hace pasar a éste una mezcla combustible de gasolina y aire. La válvula de escape permanece cerrada durante este tiempo.

b) Tiempo de compresión

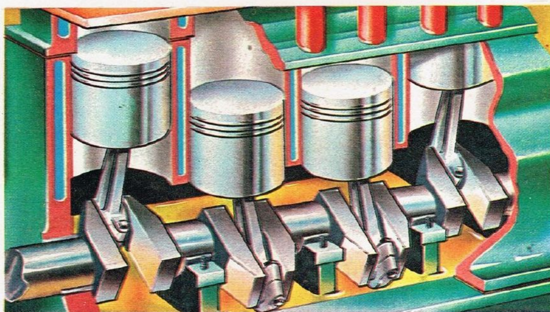
El pistón se mueve hacia la parte superior del cilindro, estando ahora las dos válvulas cerradas. La mezcla de gasolina y aire es comprimida, aproximadamente, hasta una séptima parte de su volumen original y la presión sube hasta unos 9 Kg. por cm^2.
Al comprimirse la mezcla combustible, su temperatura se eleva y se hace más homogénea. Está en condiciones para la explosión, que se realiza inmediatamente, en el siguiente tiempo de explosión.

c) Tiempo de explosión

Cuando el pistón llega hacia el final del tiempo de compresión, la mezcla de gasolina y aire es encendida (inflamada) por una chispa eléctrica que salta en la bujía. Entonces se produce la combustión rápida o explosión, que causa un aumento brusco y rápido de temperatura y, por tanto, de presión, que alcanza un valor de cerca de 35 Kg. por centímetro cuadrado. El efecto de este aumento de presión es mover enérgicamente el pistón hacia abajo en el único tiempo de trabajo del ciclo, durante el cual las dos válvulas permanecen cerradas.

d) Tiempo de escape

El pistón se mueve hacia arriba, y, como la válvula de escape está ahora abierta y la de admisión cerrada, los gases quemados son expelidos fuera del cilindro, pasando, a través de la válvula de escape, al tubo de escape y al silenciador, y de allí al aire libre.
Este ciclo de operaciones se repite continuamente durante todo el tiempo en que el motor está funcionando. En el ciclo de cuatro tiempos hay sólo uno de fuerza motriz o de trabajo: los otros tres son tiempos "ociosos". Además, este ciclo de operaciones ocupa dos revoluciones completas del eje cigüeñal del motor, pues en cada tiempo el eje del cigüeñal da media vuelta.
Cuando el pistón se encuentra en la parte más baja de su recorrido, al final de la explosión, la biela y el codo del cigüeñal están en línea recta; esta posición se llama *punto muerto inferior*; en ella cambia la dirección del movimiento rectilíneo del pistón, que estaba bajando y ahora tiene que ascender. Análogamente, cuando el pistón está en la parte más alta de su carrera, el codo del cigüeñal está también lo más alto posible y en línea recta con la biela; esta posición se llama *punto muerto superior*.
Estos puntos muertos pueden vencerse gracias a la inercia del movimiento de giro del cigüeñal, que lleva acoplado, en uno de sus extremos, una rueda pesada (volante) que regulariza el movimiento en los intervalos de inercia.



Esquema que muestra cómo el movimiento rectilíneo del pistón se transforma en rotativo.

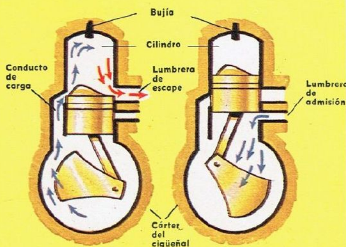


Figura III. El ciclo de dos tiempos: (izquierda) final de la explosión, escape y carga; (derecha) admisión y compresión.

EL CICLO DE DOS TIEMPOS

A fin de obtener mayor rendimiento de fuerza motriz de un cilindro de dimensiones dadas, y para conseguir un esfuerzo giratorio más uniforme en el eje cigüeñal, los diseñadores buscaron un ciclo alternativo de operaciones que eliminase los tiempos de admisión y de escape, que ocupan una revolución completa del eje cigüeñal sin producir trabajo. Se pensó que si se lograra un tiempo de trabajo útil para *cada* revolución del eje cigüeñal, en lugar de cada dos revoluciones (una revolución sí y otra no), entonces se desarrollaría doble potencia que la producida por el motor de cuatro tiempos. En la práctica, no obstante, se obtiene algo menos que esta doble potencia.
El ciclo de dos tiempos se llama *ciclo Clerk*, por haber sido Dugald Clerk quien introdujo este método de funcionamiento, u operación de motor, en 1880.
La figura III muestra el tipo de motor de dos tiempos, de cilindro único de compresión y caja, o cárter de cigüeñal, de tres partes. La construcción es similar a la del motor de cuatro tiempos, pero no se usan válvulas, que están substituidas por dos aberturas o lumbreras en el extremo inferior de la pared del cilindro, las cuales son tapadas o abiertas por el pistón cuando éste se mueve hacia abajo y hacia arriba dentro del cilindro.
La mezcla combustible, de gasolina y aire, entra en la caja del cigüeñal en vez de entrar en el cilindro. Un conducto, llamado *de carga o de trasferencia*, conecta la caja del cigüeñal con el cilindro, según se indica en la figura III.

CICLO DE OPERACIONES

Suponiendo que el motor está en el tiempo de explosión:
a) el pistón se mueve en el cilindro hacia abajo, la lumbrera de *escape* queda entonces abierta y gran parte de los gases quemados pasan, a través del silenciador, al aire libre.
b) el pistón, que aún se está moviendo hacia abajo, destapa el conducto de carga, y la mezcla fresca de gasolina y aire se precipita dentro del cilindro, con lo

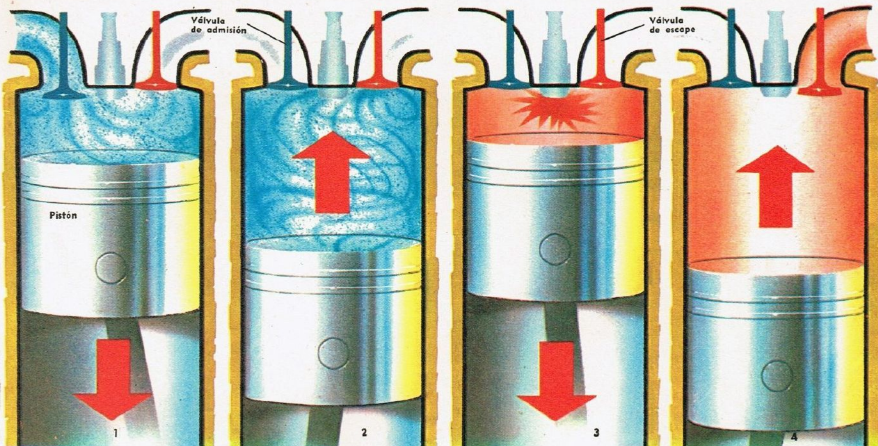


Figura II. El ciclo de cuatro tiempos. (1) Admisión. (2) Compresión. (3) Explosión. (4) Escape.

cual obliga a la mayor parte de los gases quemados restantes a salir a través de la lumbrera de escape.

c) ya está el pistón en el fondo o extremo inferior de su recorrido. Entonces cambia la dirección de su movimiento y empieza a ascender, con lo que cierra tanto el conducto de carga como la lumbrera de escape. Se abre la lumbrera de entrada. La subida del pistón produce un vacío parcial en el cárter del cigüeñal, con lo que entra en éste una cierta cantidad fresca de mezcla de gasolina y aire, a través de la lumbrera de admisión.

d) el pistón, que sube, continúa su marcha ascendente y comprime ahora la mezcla que ya estaba en el cilindro. Cuando el pistón alcanza la parte superior del cilindro, la mezcla comprimida se inflama por una chispa eléctrica. La expansión de los gases repele al pistón hacia abajo y presiona la mezcla fresca que acababa de entrar al cárter del cigüeñal. De este modo, se encuentra lista para entrar, por el conducto de carga, en la parte superior del cilindro.

Se ha utilizado mucho un pistón con *cabeza deflectora,* para dirigir la mezcla fresca de gases, desde el cárter del cigüeñal hacia la parte superior del cilindro, haciendo que siga la trayectoria marcada con flechas azules en la figura III, y que, de este modo, empuja a los gases quemados hacia el exterior (flechas rojas de la figura III).

Así se consigue aprovechar al máximo el combustible y es una insignificante porción de mezcla "no quemada" la que sale a través de la lumbrera de escape, la cual, por su diseño, debe cerrarse después que el conducto de carga.

Los motores de dos tiempos se utilizan principalmente en motocicletas, y también en algunos tipos de automóviles ligeros de pequeña potencia.

La mayoría de los automóviles, sobre todo los de media y gran potencia, llevan el motor de cuatro tiempos.

La potencia del motor depende de la cantidad de mezcla combustible que se quema en el cilindro. Un solo cilindro en los motores exigiría grandes dimensiones, con pistones y bielas pesadas, y volantes voluminosos que no conseguirían regularizar el movimiento alterado por las sacudidas violentas de cada explosión. Para evitar esto se utilizan motores de varios cilindros, y así el movimiento del cigüeñal es regular.

Los tiempos de cada cilindro no coinciden, sino que son alternantes, con lo que el cigüeñal recibe los impulsos del motor (en la explosión) repartidos de manera uniforme a lo largo de sus dos vueltas de giro. Los motores más utilizados son los de cuatro cilindros para vehículos de potencia media y pequeña, y los de seis y ocho cilindros para los coches de gran potencia.

MOTORES DIÉSEL

Cuando se requieren mayores potencias, por ejemplo en los camiones, es preferible utilizar un tipo especial de motor de combustión interna, conocido con el nombre de motor diésel. En este motor, el cilindro se llena *sólo con aire* durante el tiempo de admisión. En la siguiente etapa, el aire se comprime hasta una temperatura suficientemente alta (unos 600° C.) para que al inyectar el aceite combustible se produzca espontáneamente la explosión, sin necesidad de ser provocada por una chispa eléctrica. La combustión no resulta en este caso tan rápida como en el motor de gasolina. Puesto que en un motor diésel no hay combustible en el cilindro durante el tiempo de compresión, no puede tener lugar el encendido prematuro, como en el caso del motor de gasolina, pudiendo ser, entonces, la compresión mucho más grande que en el caso anterior.

Es importante señalar que el rendimiento de un motor es tanto más grande cuanto mayor es la llamada razón de compresión, que es simplemente la relación entre los volúmenes que ocupa la mezcla combustible en las etapas inicial y final de la compresión.

En la descripción de este tiempo en el motor de gasolina, se indicó que la mezcla se comprimía hasta aproximadamente una séptima parte de su volumen original. La razón de compresión en este caso es, pues, 7. En los motores diésel, al no existir peligro de inflamación prematura, puede aumentarse la razón de compresión mejorándose consecuentemente el rendimiento del motor.

LOS SENTIDOS

Los seres vivientes reaccionan frente a los cambios que tienen lugar en el ambiente que los rodea. Su éxito o fracaso dependen de lo adecuado de esta reacción. Así, una planta fanerógama sobrevive, en gran parte, porque sus raíces tienen la tendencia de crecer hacia abajo, penetrando en el suelo para obtener el agua y los elementos minerales, y porque su tallo tiene la tendencia de crecer hacia arriba, de forma que las hojas puedan conseguir luz y bióxido de carbono para la fotosíntesis. De modo análogo, las reacciones de un animal (en el nivel más simple) lo conducen al alimento y lo apartan del peligro.

Aunque ciertos experimentos hechos con protozoos demuestran que éstos reaccionan ante muchos estímulos, como la luz, el calor, los contactos y ciertas sustancias químicas, sus reacciones son limitadas y generalmente se trata de simples reacciones de alejamiento.

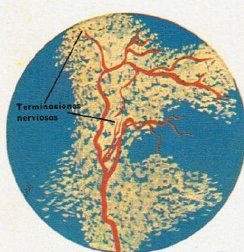
Una *ameba,* por ejemplo, carece de órganos sensoriales. Toda su superficie reacciona del mismo modo ante una variedad de estímulos.

Los animales más complicados poseen órganos de los sentidos más especializados (por ejemplo, ojos) y pueden reaccionar con más precisión. La reacción a un estímulo determinado no es siempre la misma, pues en combinación con señales recibidas por otros órganos sensoriales y el depósito de información acumulado en experiencias pasadas, modifican las acciones de conjunto del animal. Esto ocurre especialmente en el hombre. Un tenista de primera clase modificará los tiros que hace desde posiciones similares, para evitar que su contrario "aprenda" su juego.

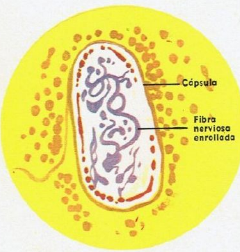
Cuando preguntamos cuántos sentidos poseemos, la respuesta suele ser: Cinco (vista, oído, olfato, gusto y tacto). Pero en realidad hay muchos más. Podemos incluir el equilibrio, y sentimos también el calor, el frío, la presión y el dolor. De todas maneras, el concepto de sentido separado y específico no puede considerarse como fijo, y ciertas capacidades sensoriales se han descubierto hace muy poco.

Se entiende generalmente como sentido la clase de respuesta a un estímulo y las características que permiten reconocerlo subjetivamente como distinta a otro tipo de respuesta. Los cinco sentidos clásicos fueron definidos de manera totalmente empírica y con una base muy débil de conocimientos anatómicos y fisiológicos.

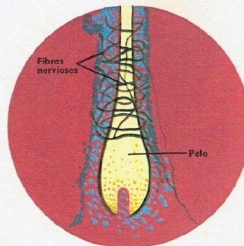
Nuestras sensaciones difieren en cualidad, aparte de su intensidad. La idea actual es que las diferencias cualitativas de las que somos conscientes se deben a una combinación compleja de los siguientes elementos: clase de órgano que recibe el estímulo, fibra nerviosa que conduce el impulso al sistema nervioso central, camino del impulso en el seno de los centros nerviosos, y neurona terminal de la corteza cerebral (que es la responsable de la experiencia consciente). Dentro de los límites de cada cualidad,



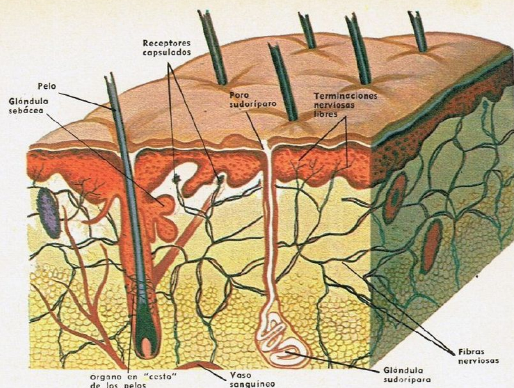
Terminaciones nerviosas libres, muy aumentadas en la ilustración. Estas terminaciones no tienen cápsulas especiales y son probablemente receptoras del dolor.



Fibra nerviosa enrollada y capsulada. Ésta es la constitución de los corpúsculos de Meissner que se encuentran en la piel de la planta del pie, de la palma de la mano y puntas de los dedos.



Órgano en "cesto" de los pelos, muy aumentado. Consiste en fibras nerviosas que envuelven la base del pelo. Las terminaciones nerviosas se estimulan al tocar el pelo.



Corte de piel humana indicando las posiciones de los distintos receptores.

distinguimos subcualidades. En la visión precisamos diferentes colores con sus nombres, y en los sonidos distinguimos los diferentes tonos y las cualidades de estos últimos.

Generalmente, somos más conscientes de las *percepciones* que de las *sensaciones* propiamente dichas. Las percepciones son un grado más elaborado, en las que interviene la fusión de sensaciones pertenecientes a distintas vías sensoriales. Así, por ejemplo, la sensación desagradable de calor corresponde a datos sensoriales de calor y de dolor a la vez.

A veces no es fácil distinguir con claridad la diferencia entre las distintas cualidades y subcualidades de una misma sensación. Nuevos experimentos demuestran que lo que se consideraba como cualidades de una misma sensación son en realidad sensaciones distintas, en las que intervienen diferentes órganos sensoriales. Así, por ejemplo, el sentido del tacto era considerado como unitario hasta finales del siglo pasado, calificándose de subcualidades los sentidos del frío, del calor, de la presión, etc.

Más adelante se pudo comprobar que la piel no es uniformemente sensible en toda su extensión a los estímulos. Si se utiliza como objeto del estímulo un instrumento muy fino (una aguja muy delgada para el dolor, un objeto romo para la presión, y puntas frías y calientes para las otras sensaciones) se observa que la distribución de los distintos puntos en superficies diferentes no es la misma. La sensibilidad cutánea no es continua, sino puntiforme. A partir de estos experimentos pudo fragmentarse el antiguo concepto del "tacto" en una serie de sentidos diferentes.

Concebir el *dolor* como una sensación separada no deja de plantear dificultades, ya que, generalmente, se produce esta sensación cuando se estimula de manera demasiado enérgica cualquier órgano que produciría otro tipo de sensación frente a un estímulo menos intenso.

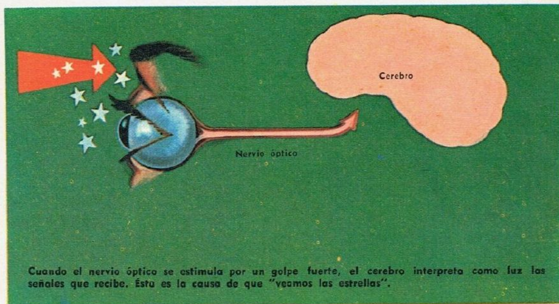
En general, puede reconocerse en todas las sensaciones un componente llamado *afectivo* que da un carácter agradable o desagradable a la sensación. El dolor, y las señales dirigidas al cerebro desde los órganos de los sentidos del intestino significando la necesidad de alimento, o la sed, son francamente desagradables. Otras sensaciones pueden tener un carácter relativamente neutro, como las que nos informan del equilibrio o del estado de tensión de los músculos.

Es probable que los extremos libres de los nervios (no conectados con células receptoras) en la piel actúen como órganos sensoriales. Aparte de estos órganos sensoriales simples, se han encontrado otros muchos más complicados. Tales son, por ejemplo, los *receptores de presión* y los *órganos de Meissner* situados en la piel, y los *órganos en forma de cesto* que rodean la base de los pelos (véase la ilustración).

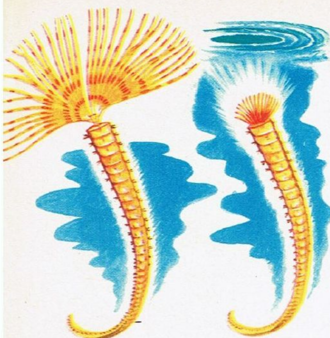
Los experimentos que se mencionaban antes demuestran, además, la existencia de receptores de frío y de calor en la piel. Algunos biólogos discuten si hay estructuras discretas para algunos de estos sentidos. Sugieren que la manipulación de los receptores durante su preparación (coloración, etc.) pueden causar alteraciones artificiales, y prefieren la idea de que la interpretación de un estímulo depende de la región del nervio que lleve las señales al sistema nervioso central. Así, cuando se estimulan los extremos del nervio óptico, las señales que pasan al cerebro se interpretan siempre como luz. Esta es la causa de que "veamos las estrellas" cuando recibimos un golpe fuerte en la cabeza. El golpe estimula el nervio óptico, y el cerebro interpreta las señales que recibe como luz.

Los receptores descritos hasta ahora son extraordinariamente sencillos en cuanto a su estructura, en comparación con los de la vista (ojos) y los de la audición y equilibrio (oídos). Además de los canales semicirculares del oído (véase *tomo II, pág. 15*) hay extremos de nervios especiales (órganos de los husos musculares) que se encargan del equilibrio del cuerpo. En artículos posteriores nos ocuparemos de éstos, así como del oído y de la visión.

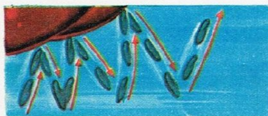
La piel está bien provista de órganos receptores. Esto es importante, pues la superficie del cuerpo está en contacto directo con el medio ambiente. Si el contacto con un objeto es doloroso, la parte del cuerpo afectada puede alejarse rápidamente, antes de que el daño sea demasiado grande. Análogamente, una



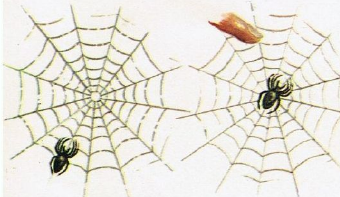
Cuando el nervio óptico se estimula por un golpe fuerte, el cerebro interpreta como luz las señales que recibe. Ésta es la causa de que "veamos las estrellas".



Cuando el gusano tubícola emerge, sus tentáculos se extienden para atrapar partículas de alimento. Las perturbaciones del agua estimulan sus órganos sensoriales, y el gusano se mete en su tubo.



Reacción de huida en un protozoo ("Paramecium"). Al chocar con un objeto retrocede, moviéndose de nuevo hacia adelante en otra dirección. Si se vuelve a poner en contacto con el objeto, el movimiento se repite hasta que pasa sin impedimento.



Las arañas tejedoras de telas tienen pelos sensitivos en las patas. La vibración de los hilos de la tela los estimula, avisando a la araña que la presa está enredada en la tela.



El gato usa sus "vibrisas" (bigotes) como receptores de distancia, midiendo la anchura de los agujeros.

sensación grata puede ocasionar un movimiento posterior hacia el objeto encontrado. Algunas áreas de la piel son mucho más sensibles que otras. Las plantas de los pies, las palmas de las manos y los labios, son especialmente sensibles. Aunque la piel sea sensible al dolor, al calor, al frío y a la presión, se han identificado muy pocos tipos de receptores.

En todas las partes de la piel se han encontrado *terminaciones nerviosas libres.* Las bases de los pelos *(folículos)* tienen extremos de nervios enrollados que las envuelven: los *órganos en cesto,* y la capa inferior (dermis) de la piel contiene fibras nerviosas arrolladas rodeadas por una cubierta fina o cápsula (por ejemplo: los *corpúsculos de Meissner*). Los órganos que se encuentran en las capas más profundas de la piel son sensibles a la presión y a la vibración, creyéndose hoy día que las *terminaciones nerviosas libres* son sensibles al dolor. Estas terminaciones nerviosas reaccionan ante estímulos muy diversos: presiones fuertes, sustancias químicas, picaduras y temperaturas extremadas. Ciertos experimentos demuestran que hay zonas determinadas de la médula para las fibras que llevan las señales que indican dolor. Cuando estas fibras se cortan, lo que puede ocurrir en accidentes graves, el paciente pierde toda sensibilidad dolorosa en la región del cuerpo que queda debajo del corte.

Llama la atención que los receptores del dolor sean tan sencillos y desprovistos de estructura visible, pero son los únicos que se han encontrado en zonas de la piel que solamente respondían con sensaciones dolorosas a estímulos como las fuertes presiones o las picaduras.

Para la exploración de la sensibilidad dolorosa se emplea generalmente una aguja y el paciente informa de sus sensaciones, especialmente al comparar regiones simétricas del cuerpo. Otra prueba es la distinción entre la punta y la cabeza de un alfiler. Para exploraciones más finas, en las que se quieren realizar medidas, se utiliza un pelo semirrígido unido a un aparato que permite determinar la presión con que se aplica. Esto tiene el inconveniente de estimular a la vez otros receptores, como los de la presión.

Se ha usado también la radiación de una lámpara muy intensa, que se hace converger por medio de una lente en un punto ennegrecido de la piel. Es fácil distinguir entre la sensación de calor y la de dolor, que es rápida y aguda. De esta forma se ha determinado el *umbral* de dolor, o cantidad de energía mínima necesaria para producir la sensación dolorosa, observándose gran constancia para los umbrales de cada individuo.

Aparte de las terminaciones nerviosas libres distribuidas por la piel, y que actúan como receptores del dolor, tenemos receptores parecidos en los músculos, tendones y articulaciones, y en las vísceras. Las sensaciones de dolor procedentes de las vísceras es lo que se llama el *dolor profundo.*

Por su sencillez estructural, los receptores del dolor suelen responder a muy distintos tipos de estímulos, diciéndose que no están especializados para reaccionar frente a una determinada clase de energía, sino ante los grados extremos o violentos de todos los tipos de estimulación. La reacción se presenta siempre que el estímulo es suficiente para poder destruir o lesionar el tejido en el que se encuentran las terminaciones nerviosas libres. Por ejemplo, al aumentar progresivamente la temperatura de un objeto aplicado a la piel, empiezan a estimularse los receptores del calor, pero al llegar a los 52° C. se estimulan los del dolor, y a esa misma temperatura empiezan los signos visibles de lesión en la piel.

La reacción simple ante el dolor es refleja: la parte afectada es retirada rápida y automáticamente del objeto ofensivo. Pero, habiendo tenido una experiencia dolorosa en el pasado, nuestros



Cuando un dedo toca un objeto caliente, la reacción normal es retirar rápidamente la mano (acto reflejo). Pero si lo que se toca es un excelente plato caliente, entonces la reacción refleja de retirar el brazo se modifica a menudo, y hacemos esfuerzos por sostener el apetitoso plato.

músculos están controlados de tal modo, que evitamos un objeto ya conocido como dañino.

Para las distintas zonas receptoras de las sensaciones de "caliente" o "frío", se han supuesto receptores específicos; aunque algunas partes de la piel, por ejemplo la de la oreja, no presentan otros receptores que las terminaciones nerviosas libres y los órganos en "cesto". Es notable que no exista un sentido simple para las variaciones de temperatura, sino dos distintos, uno para el calor y otro para el frío. La zona central de la córnea, por ejemplo, es sensible al frío, pero no al calor. En el antebrazo los puntos sensibles al frío son alrededor de 13 a 15 por milímetro cuadrado, y los sensibles al calor de 1 a 2 por milímetro cuadrado. En general, esta dominación numérica de los órganos sensibles al frío se repite en toda la superficie de la piel.

Aunque se haya hablado de frío, debe entenderse que no se trata de una cantidad positiva y que el estímulo para los receptores de frío es en realidad un grado de calor inferior al adecuado para los receptores de calor. Los receptores de calor y frío son sensibles a los cambios de temperatura en el interior de la piel. Un objeto de metal y otro de madera, a igual temperatura, producen una sensación distinta, debido a que el metal conduce el calor del cuerpo mucho mejor que la madera, y hace disminuir la temperatura de la piel mucho más de prisa.

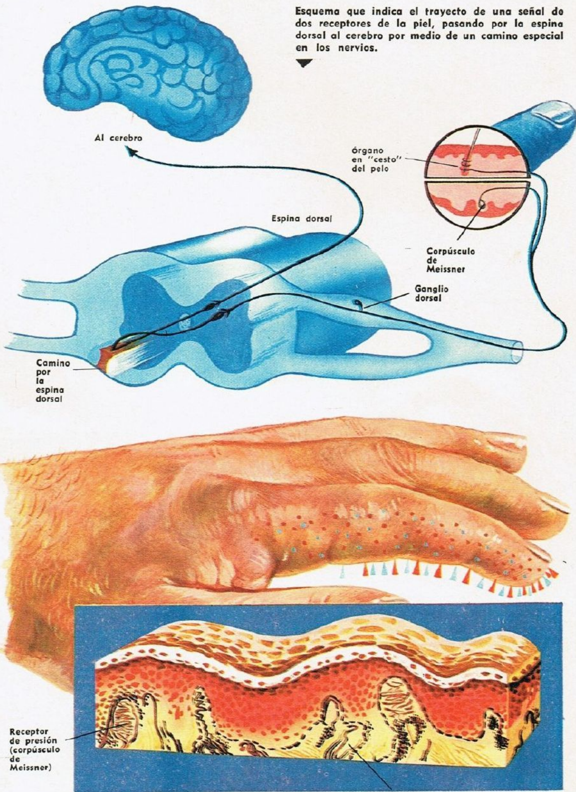
Los receptores del tacto son de diversas clases. Las terminaciones nerviosas de los órganos "en cesto" de los pelos son muy sensibles a pequeños movimientos de éstos. Los órganos sensoriales de las cerdas que existen a cada lado del hocico de distintos mamíferos (*vibrisas*, por ejemplo: los bigotes del gato), son especialmente sensibles.

Las puntas de los dedos están muy bien provistas de receptores. Se han identificado dos tipos, estando ambos asociados con los pliegues de la piel que forman las "huellas dactilares" (véase la ilustración). Los *corpúsculos de Meissner* probablemente son sensibles a perturbaciones considerables de la piel, mientras que los *corpúsculos de Merkel* se estimulan por contactos suaves. Los labios son sumamente sensibles a los contactos débiles.

Algunos receptores del interior del cuerpo son sensibles a estímulos de tipo químico. Las células del centro respiratorio de la médula (véase *tomo III, pág. 170-171*) son sensibles a la concentración del bióxido de carbono en la sangre, por ejemplo. Las señales procedentes de unos receptores que se encuentran en los pulmones pasan también al centro respiratorio. De unos receptores que se encuentran en el corazón pasan señales al centro cardíaco que se encuentra en la médula, y desempeñan un papel de control de los latidos del corazón (véase *tomo III, pág. 82-83*). Las células del hipotálamo son sensibles a los cambios de la presión osmótica de la sangre. De ellas, las señales pasan a la glándula pituitaria (véase *tomo III, pág. 4-5*), que al ser estimulada produce una hormona (señal química) que actúa sobre los riñones.

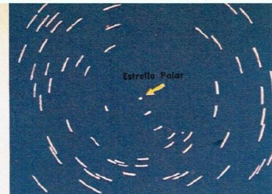
El cuerpo, por lo tanto, está equipado con una serie de receptores, de los cuales algunos reaccionan a los más ligeros estímulos, mientras que otros lo hacen solamente con estímulos intensos. De todas formas, cuando están suficientemente estimulados, las señales pasan de ellos al sistema nervioso central a través de los nervios. En el sistema nervioso central, la información recibida puede actuar inmediatamente o ser almacenada para una referencia futura. El sistema de receptores desempeña un papel importante en la integración de las acciones del cuerpo.

Esquema que indica el trayecto de una señal de dos receptores de la piel, pasando por la espina dorsal al cerebro por medio de un camino especial en los nervios.



Colocando objetos fríos o calientes en diferentes zonas de los dedos, se pueden localizar puntos sensibles al frío o al calor. El esquema inferior muestra una porción bastante ampliada de un dedo, indicando la posición de los receptores de contacto y presión, asociados con el relieve de la piel del dedo.

A causa de la rotación de la Tierra, las estrellas "parecen moverse" durante la observación. En una fotografía obtenida con una larga exposición, como la que reproducimos, las estrellas aparecen como rayas (menos la Estrella Polar, que está alineada con el eje de la Tierra).



EL TELESCOPIO ASTRONÓMICO

Pudiera creerse que la función principal de un telescopio es la de agrandar la imagen visual de los objetos muy distantes y aparentemente pequeños. En cambio, un astrónomo opina que, aun siendo esta función ciertamente interesante, la importancia de un telescopio reside en su capacidad de concentrar luz. El Sol, la Luna y los planetas más brillantes nos envían, relativamente, una gran cantidad de luz. Pero en el cielo existen muchos otros cuerpos que inspiran al astrónomo una curiosidad mayor que la suscitada por los de nuestro sistema solar. Y muchos de estos cuerpos se hallan a tan enormes distancias que su nivel de luminosidad aparece como varios miles de veces más débil que el de la Luna.

REFLECTORES Y REFRACTORES

Se pueden distinguir dos tipos principales de telescopios: refractores (o de lentes) y reflectores (o de espejos). Estos dos tipos combinados constituyen los instrumentos más recientes, como el telescopio de Maksutov. Las imágenes producidas por los telescopios reflectores están libres del efecto de aberración cromática, lo cual, para ciertos tipos de trabajos, constituye una clara ventaja respecto de los refractores (véase *tomo II, pág. 158*); pero, por otra parte, estos últimos no presentan los efectos de difracción producidos en los soportes del segundo espejo de los telescopios reflectores, aunque estos efectos no constituyen necesariamente un obstáculo de importancia.
El telescopio refractor suele ser más conocido; su principio es análogo al que se aplica en la construcción de catalejos, binoculares y anteojos de teatro. La luz procedente del objeto que se observa entra en el aparato a través de la lente objetivo, en A. El objetivo de los telescopios se construye casi siempre corregido, para evitar la aberración cromática (o sea el defecto que suelen presentar muchas lentes, que producen la aparición de franjas con los colores del arco iris).
Hay alguna excepción a este respecto, particularmente en el campo de la astronomía solar, pero estos casos caen fuera de nuestra atención en este momento. La luz se refracta al atravesar el objetivo, es decir, se desvía; la magnitud de la desviación depende de la curvatura de la lente objetivo. Para una lente dada, la desviación proyecta la imagen del objeto en un punto B invertida, del mismo modo que lo está la imagen formada sobre la película por la lente de una cámara fotográfica. Si colocamos en B una placa fotográfica, hemos trasformado el telescopio en una cámara fotográfica, y así se lo usa para fotografiar los astros.
La misión de la pequeña lente que se sitúa en C, a la que se llama ocular, es la de agrandar la imagen formada por la primera lente. Si se colocan lentes de diferentes distancias focales es posible variar el aumento del telescopio.

En esta época de reflectores gigantes quizá resulte sorprendente saber que tales instrumentos son, por así decirlo, unos recién llegados. El principio en el que se basan es conocido desde hace más de doscientos años, pero los trabajos para su adaptación práctica sufrieron durante largo tiempo toda una serie de reveses técnicos.
Hoy día, los telescopios más grandes son invariablemente del tipo reflector. No parece aventurado afirmar que será muy difícil mejorar el refractor, con un objetivo de más de un metro de diámetro, del observatorio Yerkes, en Williams Bay, Wisconsin. Las razones para esta afirmación son varias y bien fundadas. En primer lugar, el moldear un disco de vidrio de grandes dimensiones es una tarea que requiere pericia extraordinaria y que origina gastos cuantiosos, y, desde luego, es incomparablemente más difícil obtener un gran disco de vidrio ópticamente puro, adecuado para la elaboración de una lente, que el necesario para formar un espejo.
El grosor de una lente aumenta con su diámetro, lo que significa un aumento en la cantidad de luz que es absorbida por el vidrio —lo cual, se comprende fácilmente, es un inconveniente para el astrónomo—. Pero, además, es necesario que la lente, bien centrada, esté sostenida en el extremo del tubo telescópico; un disco de vidrio macizo, sostenido sólo por sus bordes, tiende a deformarse por la acción de su propio peso (la lente del observatorio Yerkes pesa más de 225 Kg.), y cualquier imperfección tiene consecuencias catastróficas sobre la calidad de la imagen formada por la lente.
Estos problemas no se presentan en el caso del telescopio reflector. Para construir un espejo no es esencial la pureza

Un telescopio astronómico está provisto de otro más pequeño, cerca del ocular, llamado "buscador". La finalidad de este instrumento adicional es hacer que resulte más fácil la localización de objetos poco luminosos o pequeños. Está ajustado de tal modo que cuando un objeto se centra en el campo de visión del buscador, ocupa también el campo de visión del telescopio principal. Sin la ayuda del buscador es a menudo muy difícil hacer que el telescopio principal apunte hacia el objeto deseado.
Un telescopio buscador está provisto de un ocular de pequeño aumento, que contiene un par de cabellos cruzados, de un modo semejante a como se presentan en la mira telescópica de un arma de fuego. Es necesario un ocular de pocos aumentos para que el campo de la visión sea ancho y claro, mucho más ancho que el del instrumento principal. Generalmente, un buscador tiene una apertura de cerca de cuatro centímetros y un f-número (distancia focal dividida por la apertura) de alrededor de f10; un f-número mayor limitaría el tamaño del campo de visión y su claridad. Los visores telescópicos, del tipo de los que se usan en los rifles, son inaplicables en trabajos astronómicos.

óptica del vidrio, con tal de que la superficie que va a ser trabajada ópticamente reúna ciertas condiciones. La diferencia fundamental entre los dos sistemas es ésta: en un refractor la luz pasa *a través* de la lente, lo que exige una gran pureza óptica; en un reflector la luz se *refleja* en la *superficie* de un espejo, sin que resulte afectada por la calidad del vidrio.

El segundo diagrama de la página 38 de este artículo muestra el principio del telescopio reflector de Newton. La luz que entra por el tubo del telescopio incide sobre la superficie del espejo, al que se ha dado, con gran precisión, una forma parabólica. Esta superficie está formada por una capa muy fina de plata, o de aluminio (actualmente se prefiere el aluminio, porque la plata se deteriora muy rápidamente por la acción de distintas impurezas presentes en la atmósfera). El espejo parabólico formaría la imagen en su punto focal A, pero antes de que los rayos alcancen este punto son desviados lateralmente por un pequeño espejo plano B, que está colocado con una inclinación de 45° respecto del eje principal del espejo primario. De este modo la imagen es examinada con el ocular C en una dirección perpendicular a la de la luz enfocada por el aparato.

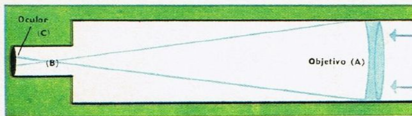
Este tipo de reflector tiene gran aceptación entre los aficionados, por su sencillez. Sin embargo, los grandes instrumentos modernos no se sujetan exactamente a este esquema; incorporando el sistema óptico de Cassegrain se consigue una mayor versatilidad.

En el sistema de Cassegrain se reemplaza por un espejo convexo el pequeño espejo secundario B, y se practica un orificio en el espejo primario para permitir la observación de la imagen. Así, imagen y ocular se sitúan detrás del espejo principal, lo que proporciona varias ventajas, siendo la más importante la posibilidad de *replegar* la distancia focal, lo que permite reducir las dimensiones del tubo telescópico, con lo que el instrumento resulta más manejable.

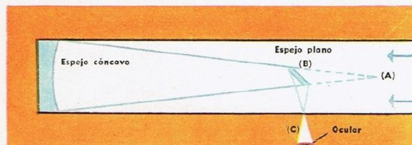
AFICIONADOS Y ASTRONOMIA

Los méritos relativos de reflectores y refractores están siendo discutidos continuamente. Entre los aficionados, los que poseen instrumentos grandes prefieren los reflectores, de





Telescopio "refractor". La lente objetivo A forma una imagen real en B, la cual se observa mediante la lente de aumento u ocular C.



Forma de Newton del "telescopio reflector". La imagen real formada por el espejo cóncavo se observa lateralmente en el telescopio.



Forma de Cassegrain del "telescopio reflector". La imagen real formada por el espejo cóncavo se observa por el extremo del telescopio.

los cuales un gran porcentaje son de construcción "casera". El construirse un espejo para un telescopio pequeño es cuestión de decisión y de paciencia, más que de pericia, y su costo inicial puede ser bastante módico. En cambio, fabricarse una lente acromática de unos 30 cm. de diámetro es sumamente costoso, no sólo en dinero sino también en trabajo. Por el contrario, hay muchos aficionados que disponen de reflectores de 30 cm. También hay que tener en cuenta las dimensiones del instrumento; en este sentido el *f*-número de un refractor medio (relación distancia focal ÷ diámetro de apertura) es de *f*15, desfavorable respecto del correspondiente a un reflector medio, para el que se tienen valores del orden de *f*6.

En cualquier caso, con reflectores o refractores, el aficionado, que viene a la astronomía simplemente porque ésta le atrae, es un observador que puede dedicarse a cualquier aspecto particular que sea de su agrado, y que cumple una función muy interesante abarcando un campo de gran amplitud. Además de su telescopio, apenas precisa otra cosa que un "mapa estelar", un reloj razonablemente exacto y un cielo claro.

Cuidado y precisión son cualidades necesarias para que las observaciones resulten de algún valor. Al anotar cada observación en el correspondiente *libro de observaciones*, se debe anotar también la fecha, hora, apertura del instrumento utilizado, aumento y la claridad de la visión. Estos datos forman una parte esencial de la observación. Antes de comenzar cada observación, se debe enfocar cuidadosamente el telescopio, acercando o alejando el ocular respecto de la lente o del espejo. Cuando el aparato está correctamente enfocado, las imágenes de las estrellas deben aparecer como puntos luminosos nítidos, y claramente definido el borde de la Luna (limbo, que dicen los astrónomos). A veces resultará imposible obtener un enfoque aceptable, por la presencia de distintas perturbaciones atmosféricas que lo dificultan.

El cronómetro es también necesario entre el equipo del observador. Se debe contrastar, antes de cada observación, con los "pitidos" horarios de la B.B.C. Cualquier detalle que se anote en el libro de observaciones ha de ir acompañado de la hora exacta de su aparición. El tiempo se puede anotar como G.M.T. (hora respecto del meridiano de Greenwich), aunque resulta más útil el sistema G.M.A.T. (hora astronómica respecto del meridiano de Greenwich).

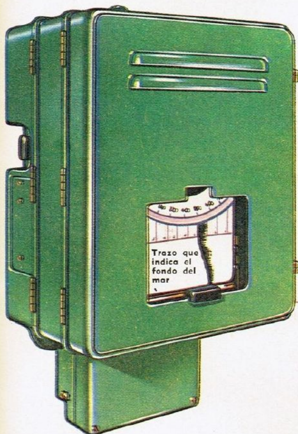
En este sistema se toma el mediodía (en Greenwich) como cero horas G.M.A.T. Su única ventaja es la de evitar el cambio de fecha durante la noche. En cada lugar se puede referir la hora a su meridiano, pero controlándola previamente con los pitidos de la hora oficial local o con una estación horaria astronómica. Cualquier observación, por cuidadosa que haya sido, carece de valor si no se ha anotado la hora.

No todas las observaciones se registran en forma de notas o de confrontaciones horarias. Por ejemplo, los dibujos de los planetas son siempre interesantes y a veces de gran valor. Se harán claramente y contendrán sólo los detalles que el observador ha visto con *certeza absoluta*. Las "Bellas Artes" no tienen sitio en dibujos astronómicos. En realidad, no es ni siquiera necesario que el observador posea una habilidad particular en el manejo del lápiz, pero sí lo es que se asegure de que su dibujo contiene todos los detalles que vio y en sus posiciones correctas. Puede satisfacerle saber que su dibujo, hecho con equipo modesto, tendrá, casi con seguridad, tanto detalle como una fotografía hecha con un instrumento varias veces más grande. Finalmente, cada dibujo irá acompañado de la fecha, hora, aumento, estado de la visión (bueno, malo o cualesquiera observaciones pertinentes) y del nombre del observador.

El aficionado descubrirá pronto que pocas noches permiten observaciones de primera clase. Una noche oscura de invierno, con las estrellas fulgurando como joyas contra un cielo de terciopelo, será decepcionante, porque el hecho de que las estrellas fulguren y tiemblen denotan una atmósfera turbulenta, inestable. Por otra parte, las noches brumosas son con frecuencia noches de visión clara, por lo menos para los planetas. Las estrellas más débiles aparecerán casi borradas en una noche como ésta. Se necesita un poco de experiencia para juzgar si el estado de la atmósfera es propicio para las observaciones; en tanto, el principiante observará con preferencia en las noches claras.

Limitado sólo por la cantidad y la calidad de su equipo, el aficionado goza de una libertad envidiable para el astrónomo profesional. Históricamente, el aficionado ha tenido una intervención importante en la esfera de los descubrimientos, particularmente en los campos de la observación lunar y de los planetas, aunque pocos pueden ya abrigar la esperanza de desempeñar este papel actualmente. Sin embargo, reconocer sus limitaciones y trabajar dentro de ellas, es la marca de contraste del aficionado serio, como indican tan claramente los interesantes y atractivos trabajos que se publican con regularidad, por ejemplo en *Journal of the British Astronomical Association*. Ejemplo de un magnífico trabajo de aficionados, que resulta de gran valor, es el vasto número de observaciones sobre estrellas variables que se reúnen todos los años en el Observatorio de Harvard para ser analizados por el astrónomo profesional. Este tipo de observación resulta apropiado para pequeños telescopios y constituye una aportación singularmente útil para el profesional, puesto que le libera de una de las tareas más onerosas: la de las observaciones rutinarias.

SONDEO ACÚSTICO



Unidad de registro usada en conjunción con el equipo de sondeo acústico.

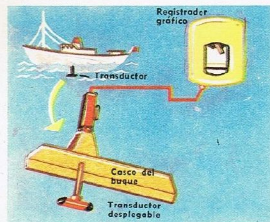
A pesar de que su sentido de la vista es muy deficiente, los murciélagos pueden sortear, aun en la oscuridad, cualquier obstáculo que se interponga en su trayecto. Ellos, aunque no pueden ver el obstáculo, detectan su presencia emitiendo sonidos agudísimos, y recibiendo el eco o sonido reflejado. El tono de estos sonidos es demasiado alto para ser oído por el hombre, y, por esta razón, se los llama *ultrasonidos*.

El conocimiento de este fenómeno ha sido aprovechado por el hombre para medir, entre otras cosas, la profundidad del mar. Para ello se han construido aparatos especiales que emiten y detectan *ultrasonidos*.

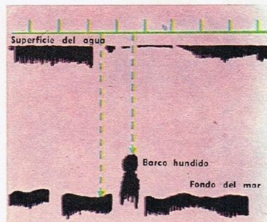
Durante la segunda guerra mundial, esta técnica de sondeo fue usada para detectar la presencia de submarinos enemigos, técnica que se conoce en la actualidad con el nombre de *sonar* (anteriormente *asdic*).

El aparato trasmisor lanza una serie de pulsos ultrasónicos en un haz de luz estrecho cuya dirección puede ser ajustada. Si se envía debajo del agua, y no encuentra obstáculo en su trayecto, continúa su propagación. Pero al encontrar un submarino, por ejemplo, entonces el haz se refleja y es recogido por un micrófono que lo trasforma en sonido audible. Mediante este procedimiento pueden detectarse submarinos dentro de un radio de acción de más de 3 Km. El aparato que emite los pulsos ultrasónicos y el micrófono que recoge el eco están situados bajo el casco del buque.

El sondeo acuático tiene también muchas e importantes aplicaciones pacíficas. Se emplea, por ejemplo, para trazar el mapa del fondo del océano. El oscilador y el micrófono juntos forman una unidad que se conoce con el nombre de transductor, que puede ser desplegada. Corrientemente, el eco reflejado no se detecta con el micrófono, sino que se registra gráficamente sobre un papel unido a un tambor movible. La pluma hace una marca cuando el trasmisor emite la señal, y otra más abajo cuando recibe la señal reflejada. La velocidad del sonido en el agua es de unos 1.440 m/seg. Conociendo este valor, el tiempo que la señal ha empleado en su viaje de ida y vuelta, puede calcularse la profundidad del mar en ese punto. No es necesario realizar este cálculo cada vez que se hace una medida, puesto que estos aparatos están calibrados de forma que puede leerse la profundidad directamente sobre una escala. También es posible, con el sondeo acústico, obtener información acerca del fondo del mar. Si es rocoso, la gráfica mostrará una línea clara de picos bien definidos, mientras que si hay una capa de fango encima de la roca aparecerá una línea del fondo rocoso, y una zona borrosa, porque las ondas ultrasónicas son reflejadas en todas direcciones por el fango. Un barco sumergido aparecerá en la gráfica como una mancha negra sobre el nivel del fondo. El sondeo acústico está demostrando ser una gran ayuda para los pescadores. Los barcos pesqueros pueden detectar la posición y magnitud de bancos de peces con equipos especiales de sondeo acústico. Las gráficas de estos aparatos muestran los bancos de peces como manchas grises borrosas.



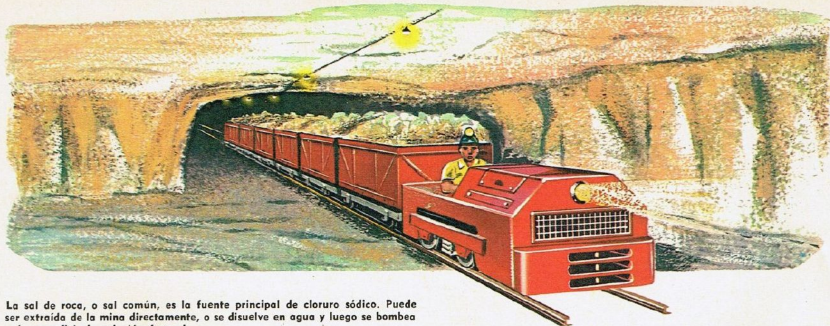
Este barco está equipado con un "transductor" desplegable, que consiste en un trasmisor y en un receptor. El indicador o registrador traza sobre el papel la información recibida.



Trazo producido por un aparato de sondeo acústico, que indica la posición de un barco sobre el fondo del mar. Estos trazos son registrados sobre un papel unido a un tambor movible.



El sondeo acústico está siendo usado ahora por buques pesqueros, para localizar bancos de peces. En este trazo, la línea blanca representa el fondo del mar, mientras que las áreas barrosas, encima de la raya blanca, indican la posición de los bancos.



La sal de roca, o sal común, es la fuente principal de cloruro sódico. Puede ser extraída de la mina directamente, o se disuelve en agua y luego se bombea a la superficie la solución formada.

METALES ALCALINOS

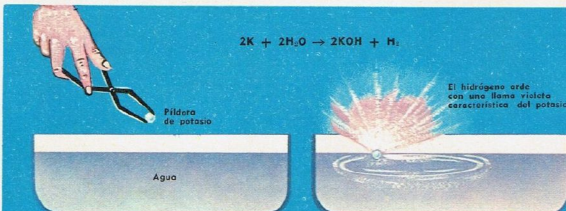
La denominación *metales alcalinos* corresponde a la familia de metales de baja densidad: litio, sodio, potasio, rubidio y cesio. El *radical* amonio se incluye, a veces, en el mismo grupo, ya que sus sales presentan ciertos caracteres distintivos en común con las sales de los metales alcalinos.

Estos metales son tan reactivos que ninguno de ellos se presenta libre en la naturaleza. El potasio, por ejemplo, reacciona tan violentamente con el agua que el hidrógeno gaseoso que libera se inflama con el calor desprendido en la reacción.

De los metales alcalinos, las sales de sodio son, con mucho, las más abundantes. El agua del mar contiene alrededor del 2,7 por ciento en peso de cloruro sódico. Abundan depósitos naturales de compuestos de sodio en estado sólido: la sal común (cloruro sódico) se encuentra en Cheshire; nitrato de Chile (nitrato sódico), en Sudamérica; y bórax (borato sódico), en California. El cloruro potásico, junto con el cloruro sódico y el cloruro magnésico, existen en el depósito de Stassfurt, en Alemania Oriental. Esta es la fuente principal de potasio, aunque se puede obtener carbonato potásico recuperado de las cenizas que quedan después de quemar las plantas. En comparación con las sales mencionadas, las de litio, rubidio y cesio son muy escasas.

El sodio y el potasio fueron aislados por primera vez en 1807, por Humphry Davy. Su método original consistía en hacer pasar una corriente eléctrica a través del hidróxido fundido y, como resultado de la electrólisis, el metal se depositaba sobre el cátodo (electrodo negativo). Este método no se emplea actualmente en escala comercial, y ha sido reemplazado por otro proceso electrolítico que descompone el cloruro sódico fundido en sus elementos mediante el paso de una *corriente continua*. Como el punto de fusión del cloruro sódico (801° C.) está muy cerca del punto de ebullición del sodio metálico, se añade frecuentemente cloruro cálcico para llevar el punto de fusión de la mezcla hasta unos 600° C. En el "procedimiento de Downs" se dispone un ánodo de grafito circular rodeado por un cátodo cilíndrico de hierro. Esta cuba electrolítica se encierra con ladrillos refractarios, para conservar la mayor cantidad posible de calor.

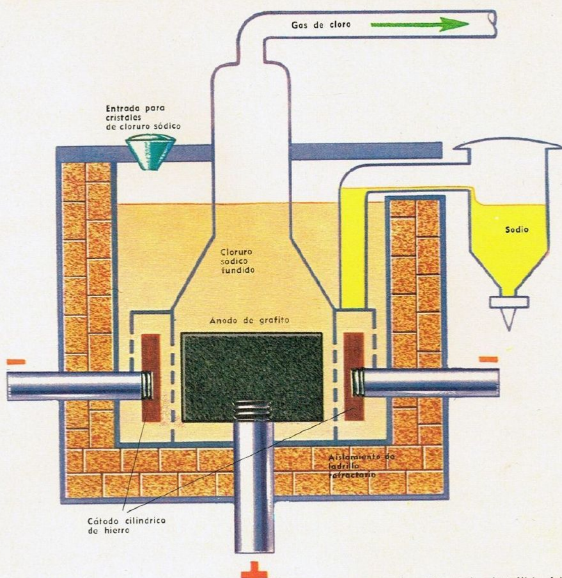
Cuando pasa una corriente eléctrica a



Cuando se deja caer en agua una píldora de potasio, se libera hidrógeno y se forma hidróxido potásico. El calor que se desprende en la reacción es suficiente para hacer que el hidrógeno se inflame. Nótese que la píldora de potasio se maneja con pinzas, ya que si se toca este metal con la mano sin proteger puede causar quemaduras graves.

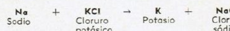
través del cloruro sódico fundido, los iones cloruro cargados negativamente emigran hacia el ánodo que está cargado positivamente (cargas de distinto signo se atraen). Al llegar al ánodo, cada ion del cloruro cede su electrón libre, lo que ayuda a compensar la deficiencia de electrones del ánodo. Este movimiento de iones cargados cierra el circuito y, gracias a ellos, puede establecerse una corriente eléctrica a través de ciertos líquidos. Tan pronto como los *iones* del cloruro han perdido sus cargas, se convierten en *átomos* neutros de cloro, los cuales se juntan por parejas para formar *moléculas* de gas cloro. Éstas suben a través del cloruro sódico fundido, se reúnen bajo la parte ancha de la chimenea mostrada en la figura y son recogidas como un valioso subproducto.

Mientras esto ocurre, los iones sodio cargados positivamente se dirigen al cátodo, cargado negativamente, donde cada uno gana un electrón para convertise en un átomo neutro de sodio. Puesto que el metal de sodio es menos denso que el cloruro sódico fundido, sube hacia el espacio anular situado sobre el cátodo cilíndrico de hierro, de donde se recoge para ser envasado.



Cuba de Downs, en la que se producen sodio y cloro a escala comercial, mediante la electrólisis del cloruro sódico fundido.

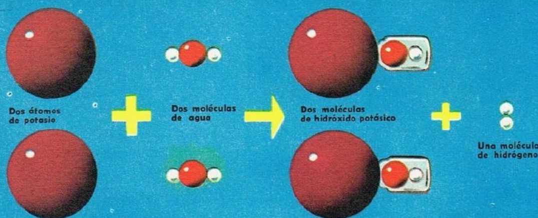
El potasio presenta pocas ventajas técnicas sobre el sodio, por lo que este último elemento se usa con más frecuencia. Comercialmente se producen pequeñas cantidades de potasio porque el sodio puede obtenerse a un costo muy inferior, a partir de sus materias primas más abundantes. El potasio se aísla por la electrólisis del cloruro potásico fundido. Un método alternativo consiste en utilizar la reacción de desplazamiento entre el sodio y el cloruro potásico:



El sodio y el potasio son muy reactivos y tienen propiedades similares. La diferencia principal entre ellos consiste en que el potasio es más reactivo que el sodio. Los dos son blancos y presentan brillo metálico cuando están recién cortados, formándose en seguida una película de óxido sobre la superficie. Son tan blandos que pueden ser cortados con un cuchillo.

Los dos metales se combinan rápidamente con los halógenos (flúor, cloro, bromo y yodo), el fósforo, el azufre, el oxígeno y el hidrógeno. Los hidruros de sodio y potasio (NaH y KH), que se emplean como agentes reductores en química orgánica, son interesantes por el hecho de que el hidrógeno en la molécula existe como un *ion* hidruro cargado *negativamente* (H^-).

El sodio y el potasio reaccionan violentamente con el agua, para formar el hidróxido del metal (sosa o potasa cáustica) desprendiéndose, además, hidrógeno gaseoso. La reacción con el potasio produce tanto calor, que el hidrógeno se inflama y arde con una llama color violeta. Por esta propiedad, se guardan bajo queroseno o en envases de cierre hermético. Bajo ningún concepto deben tocarse con los dedos. El sodio y el potasio son elementos indispensables en el crecimiento de los animales, mientras que el potasio es esencial para las plantas. El sodio se está empleando cada vez más; por ejemplo, en las lámparas eléctricas de vapor de sodio para la iluminación de las calles. El vapor de sodio produce una luz amarilla intensa y característica. Varias aleaciones de litio tienen aplicaciones especiales por su gran fuerza y resistencia a la corrosión. Entre ellas, las más importantes son las de plomo y las de aluminio. El cesio se utiliza en células fotoeléctricas.

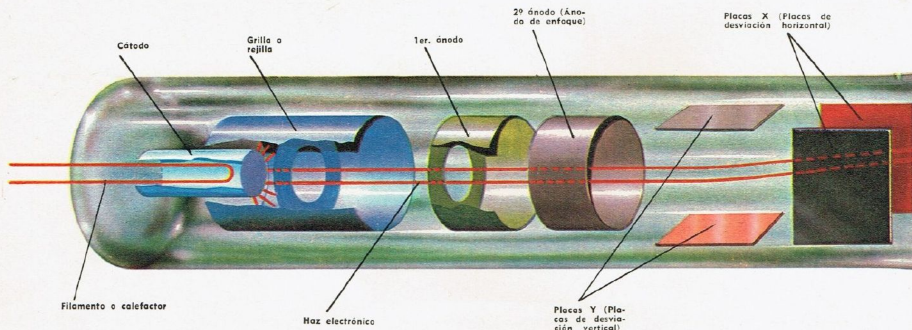


TUBO DE RAYOS CATÓDICOS

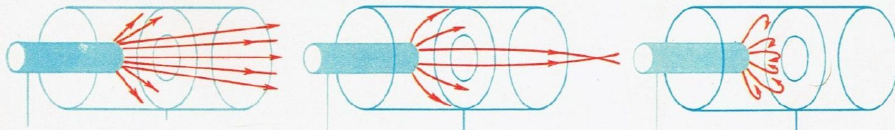
El *tubo de rayos catódicos* es el componente más importante de un aparato de televisión. Es también la parte básica del osciloscopio (el aparato científico descrito anteriormente en la *página 24* del *tomo II*). Exteriormente, un tubo de rayos catódicos tiene el aspecto de un cilindro de vidrio, de unos cinco centímetros de diámetro, que se ensancha por uno de sus extremos, en el que presenta una cara (pantalla) que llega a medir hasta unos 60 centímetros de diagonal en los tubos más grandes, utilizados en aparatos de televisión. Lo más interesante de la función que realiza un tubo de rayos catódicos es el convertir un movimiento invisible de electrones en *algo visible* en la pantalla, siempre y cuando la corriente electrónica tenga un movimiento periódico.

La primera de las partes importantes de este tubo es el *cátodo* que, al ser calentado, origina una corriente de electrones, como todos los tubos electrónicos. Los electrones pasan inmediatamente a través de una *rejilla* o *grilla*, a la que se da este nombre porque actúa de modo análogo a la grilla de una válvula triodo. Sin embargo, en un tubo de rayos catódicos la grilla suele tener la forma de un disco, de luz circular, dispuesto en el interior de un cilindro de modo que la corriente de electrones pase a su través formando *un solo haz*, y no dividida en varios haces, como ocurre con las grillas comunes de alambre de las válvulas ordinarias. En el tubo de rayos catódicos la grilla cumple la misión de limitar el número de electrones que constituyen el haz y controlar el número de los que inciden sobre la pantalla, con los que se consigue regular también el brillo del

VISTA LATERAL SIMPLIFICADA DE UN TUBO DE RAYOS CATÓDICOS



CÓMO ACTÚA LA GRILLA



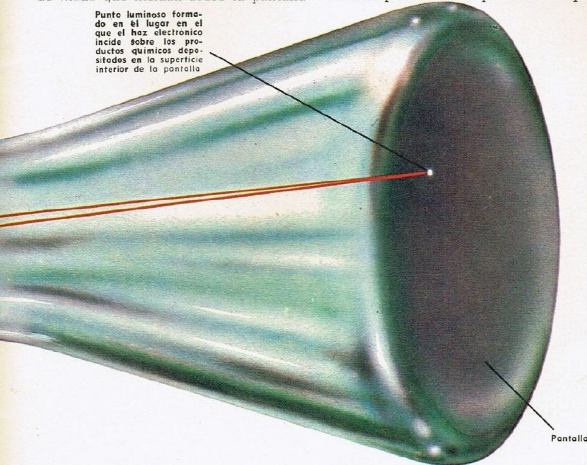
(Izquierda): Cuando no hay diferencia entre las tensiones del cátodo y de la grilla, los electrones que salen del cátodo atraviesan libremente el orificio de la grilla. (Centro): Si la tensión se aplica de modo que la grilla sea más negativa que el cátodo, los electrones resultan rechazados por esta última, pudiendo atravesarla sólo los que se mueven con gran velocidad. (Derecha): Si se hace que la grilla sea mucho más negativa que el cátodo, ningún electrón podría pasar; el rayo queda detenido. Si aplicamos una tensión variable a la grilla podemos establecer un método de control del paso de electrones.

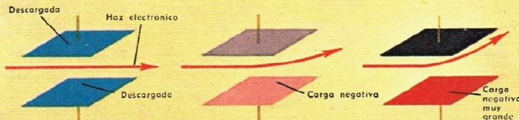
trazo que los electrones marcan sobre dicha pantalla.

A continuación, los electrones atraviesan dos cilindros a los que se ha comunicado una carga positiva muy alta. A estos cilindros se los denomina *ánodos*, al igual que se llama también ánodo en las válvulas electrónicas al electrodo final que va a continuación de la grilla. Sin embargo, en el tubo de rayos catódicos, el nombre no resulta muy adecuado, porque en este caso el ánodo no recoge los electrones, como lo hace el de las válvulas ordinarias. Su misión consiste aquí en acelerar el flujo de electrones, a los que impulsa animándolos de mayor velocidad. Un ánodo de este tipo tiene, además, una propiedad de gran importancia: la de hacer que los electrones tiendan a agruparse en un haz estrecho, de modo que incidan sobre la pantalla originando un punto luminoso y no una "mancha luminosa". Todo el conjunto, desde el cátodo hasta el ánodo, recibe el nombre de *cañón electrónico*.

Una vez que se ha conseguido dotar a los electrones de una gran velocidad y se ha logrado hacer que se agrupen en un haz muy estrecho, se los puede someter a la acción de una tensión eléctrica. Para ello se utilizan dos *placas desviadoras* o *deflectoras* —pequeñas placas metálicas que se colocan cada una a cada lado del haz—. Si se aplica una tensión a estas placas, con lo que resultan cargadas, el haz electrónico que pasa entre ellas se desvía. La magnitud de la desviación es proporcional a la tensión aplicada a las placas. El rayo desviado continúa avanzando hasta que alcanza algún punto de la pantalla.

Con dos placas sólo se puede hacer que el rayo se desvíe acercándose o alejándose de una de ellas, pero no se puede lograr que se mueva en otro sentido (por ejemplo, hacia dentro o fuera del papel, si se considera sólo el primer par de placas del diagrama).





(Izquierda) Si las placas están descargadas, el haz de electrones pasa entre ellas sin desviarse. (Centro) Si se carga negativamente la placa inferior, ésta repele el haz de electrones cargados negativamente. (Derecha) Si se dobla la carga negativa de la placa inferior, el haz de electrones es repelido con doble intensidad, y la desviación en la pantalla, respecto del rayo original, es también doble. Si se alteran las cargas de las placas, alterando la tensión aplicada, la desviación resulta también alterada. El punto luminoso deja un trazo proporcional a la variación de la carga eléctrica o tensión aplicada a las placas.

Para que esto sea posible, es necesario introducir un segundo par de placas, dispuesto perpendicularmente a las anteriores, como se indica en la figura. Si sólo tuviéramos estas dos últimas placas podríamos hacer que el rayo se traslade hacia dentro o fuera del papel, pero no hacia arriba o abajo. Utilizando conjuntamente los dos pares de placas, se altera a voluntad la dirección del rayo, que puede entonces alcanzar cualquier punto de la pantalla.

Para hacer luminoso el puntó de la pantalla que es alcanzado por el haz electrónico, se recubre el interior de la misma con una sustancia fluorescente (generalmente sulfuro de cinc), que al ser excitada por el impacto de los electrones produce una luz verdosa, muy brillante. En estas condiciones, si se altera la tensión de las placas verticales, el punto luminoso se traslada a lo largo del tubo en una dirección que se puede tomar como dirección X de un gráfico de coordenadas. Por este motivo a las placas verticales se las acostumbra llamar *placas X*. Análogamente, si lo que se varía es la tensión de las placas horizontales, el punto luminoso se mueve verticalmente en la pantalla, es decir, en la dirección Y; se llaman *placas Y*.

En relación con las moléculas del aire, los electrones son enormemente pequeños, y muy livianos; si un electrón choca con una de estas moléculas, será detenido o, al menos, será desviado. Para evitar esta posibilidad, al construir el tubo es necesario evacuar el aire lo mejor que sea posible.

La desviación observada en la pantalla podría ser utilizada para medir una tensión que se aplique a las placas. Pero el uso principal de un tubo de rayos catódicos (T.R.C.), es para hacer visible en la pantalla una tensión variable, sin importar cuán compleja sea la *forma de onda*. Es más, ¡la gráfica de una tensión variable se reproduce aun en el caso de que ésta se repita varios *millones* de veces por segundo! Con un osciloscopio es posible observar la forma de onda de la tensión en cualquier instante delimitado dentro de la duración del cambio periódico (al que se suele denominar un *ciclo*), así como el tiempo que trascurre del principio al final de cada ciclo.

Cuando el tubo de rayos catódicos (abreviado T.R.C.) se acopla a un aparato de televisión, se tienen que comunicar a las placas series de impulsos de tensión relativamente complicados, para hacer que el punto luminoso reproduzca sobre la pantalla una imagen completa análoga a la de una fotografía.

TENSIÓN, INTENSIDAD Y RESISTENCIA

Una corriente eléctrica es un flujo de electrones, partículas diminutas de electricidad cargadas negativamente. Fluye de la parte *negativa* de un circuito (donde los átomos tienen más de su "cupo" normal de electrones) a la parte *positiva*, para compensar la falta de electrones en los átomos que allí se encuentran. En circuitos eléctricos simples, hay que considerar tres factores: la "presión" eléctrica que empuja la corriente a través del circuito (o sea, la *tensión*), la *resistencia* opuesta por el circuito (la fuerza con que los átomos en cualquier parte de éste son capaces de mantener a sus electrones y de contener así el flujo), y la *intensidad* de la corriente que fluye (el número de electrones que pasan en un tiempo dado). Estos tres factores están relacionados entre sí por medio de la *Ley de Ohm*.

En estos circuitos, las baterías impulsan a la corriente en una sola dirección. La corriente sólo puede circular a través del circuito cerrado. Si estuviera abierto en alguna parte, cesaría el flujo de corriente. Las reacciones químicas que se producen en la batería aportan electrones al polo negativo del circuito y los recogen de la parte positiva, manteniendo así la corriente en una circulación continua de electrones.

La corriente continua es semejante al flujo de agua a lo largo de una cañería en una sola dirección. Sin las presiones constantes de una batería, el flujo de electrones sería gradualmente retardado por la resistencia. Análogamente, el agua necesita ser empujada para seguir moviéndose a un ritmo inalterable.

La presión del agua que sale del extremo del tubo no es tan grande como la presión inicial. También la presión eléctrica (tensión) es menor después de haber forzado a los electrones a través de una resistencia. De hecho, entre extremos de una resistencia se produce una caída de potencial.

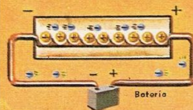


Representación gráfica de los átomos en un alambre de cobre

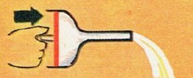
Al crearse un exceso de electrones en los átomos de un extremo de un alambre de cobre y un defecto de ellos en los átomos del otro extremo, se produce una diferencia de potencial. Los electrones fluyen del extremo negativo al positivo y compensan el déficit.



El flujo de electrones a lo largo de un conductor es algo parecido al flujo del agua a través de una cañería. La presión eléctrica es como la presión producida por un émbolo que empuja el agua a través de la cañería.



El flujo de electrones sólo puede continuar si el circuito está cerrado. Puesto que todos los materiales se oponen en cierta medida al paso de la corriente, es necesaria una fuerza (en este caso una batería) que mantenga la fluencia constante de los electrones a través del circuito.



Hacer pasar una corriente a través de un circuito es como hacer pasar agua a través de un tubo estrecho. Cuanto más largo y más estrecho es el tubo, tanto mayor es la resistencia que éste opone al paso del agua.

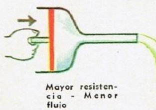
El "flujo de electrones" siempre tiene lugar desde el polo "negativo" del circuito al polo "positivo". En algunos diagramas la dirección de la corriente no es la del flujo electrónico, sino la de la corriente convencional, que (principalmente por razones históricas) se "imagina" que fluye del "positivo" al "negativo", o sea, a la inversa del movimiento real de los electrones.

RESISTENCIAS EN SERIE



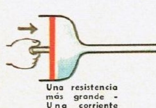
Resistencia pequeña - Flujo grande

Una presión razonablemente pequeña puede hacer pasar una gran corriente de agua a través de un tubo corto, que tiene una resistencia razonablemente pequeña. Similarmente, una batería puede impeler a lo largo de un circuito de dos lámparas eléctricas la corriente necesaria para encenderlas o iluminarlas brillantemente.



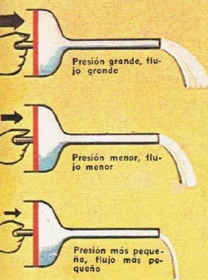
Mayor resistencia - Menor flujo

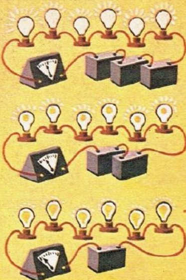
La misma presión hace pasar una corriente menor a través de un tubo de doble longitud (en realidad, impele a través de él la mitad de agua). La misma presión (una batería) hace pasar ahora una corriente a través de cuatro lámparas eléctricas. Éstas dan una luz menos brillante, ya que la corriente ha sido reducida a la mitad por el consumo doble. La resistencia total del circuito es la "suma" de las resistencias separadas de cada lámpara eléctrica.

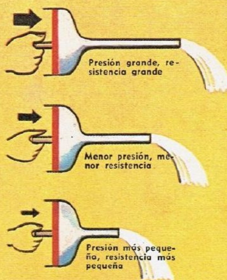


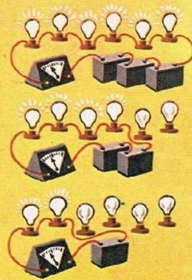
Una resistencia más grande - Una corriente más pequeña

A través de un tubo que es tres veces más largo que el primero, se puede hacer pasar con la misma presión tan sólo un tercio de la cantidad de agua. Ahora hay en el circuito un número de lámparas tres veces mayor, y su resistencia total es el triple de la resistencia de las dos primeras. La corriente pasa a través de cada lámpara, y se dice que están conectadas en "serie".









LA TENSIÓN ES PROPORCIONAL A LA INTENSIDAD (A TRAVÉS DE UNA MISMA RESISTENCIA)

Presiones diferentes hacen pasar intensidades de corrientes distintas a través de una misma resistencia (todas las lámparas conectadas en serie). Cuanto mayor es la presión (tensión) a través de la misma resistencia, tanto mayor es la intensidad. Por tanto, la intensidad y la tensión son directamente proporcionales.

LA TENSIÓN ES PROPORCIONAL A LA RESISTENCIA (PARA UNA MISMA INTENSIDAD DE CORRIENTE)

La misma intensidad de corriente puede mantenerse a través de un circuito que tenga una gran presión y una resistencia grande, que por otro que tenga menor presión y una resistencia pequeña. De modo que "para proporcionar la misma intensidad", la tensión y la resistencia deben aumentar o disminuir juntas.

LEY DE OHM: La tensión, la intensidad de corriente y la resistencia están íntimamente relacionadas entre sí. En estos diagramas una de las tres se mantiene constante, de modo que pueda verse cómo las otras varían entre sí.



La tensión es, pues, proporcional a la intensidad y a la resistencia, o sea, E (tensión en voltios) = I (intensidad en amperios) × R (resistencia en ohmios).

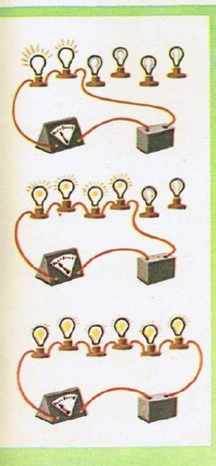
Esta ley rige para cualquier circuito eléctrico, siempre que las unidades que se empleen para medir la tensión, la intensidad y la resistencia sean, respectivamente, voltios, amperios y ohmios.

El triángulo indicado en la figura proporciona un método simple para recordar la ley de Ohm: cúbrase una de las letras (aquella cuyo valor se busca) y lo que queda será el valor de la misma, o sea:

$$V = I \times R$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$R = \frac{V}{I}$$



RESISTENCIAS EN PARALELO



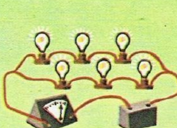
El doble de tubos, flujo doble

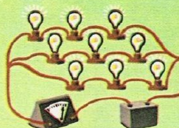


Tres tubos, tres veces más flujo



Cuatro tubos, cuatro veces más flujo







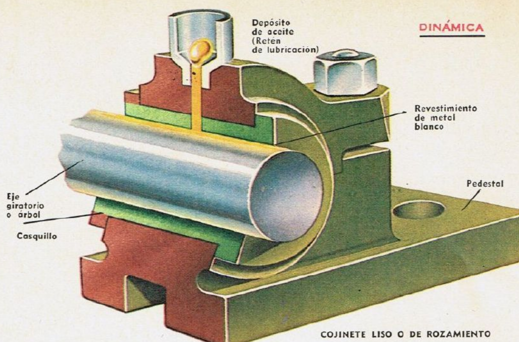
La cantidad "total" de agua que sale de los tubos aumenta si se suministra cierto número de "vías" alternativas (paralelas) para este fin. Aunque la corriente que fluye a través de cada "rama" sea pequeña, la corriente total es mayor. La misma presión hace pasar una corriente mayor, de modo que la resistencia de toda la distribución debe ser menor.

Al conectar resistencias en paralelo se reduce su resistencia total: cuanto más "vías" paralelas, tanto mayor será la intensidad corriente. La resistencia total de varias resistencias en paralelo está dada por:

$$\frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + $$

La resistencia total de varias resistencias (R_1, R_2, R_3, etc.) en serie está dada por $R_{total} = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots$

COJINETES Y LUBRICACIÓN



COJINETE LISO O DE ROZAMIENTO

Para que las partes móviles de las máquinas funcionen satisfactoriamente, es necesario lubricarlas periódicamente y con frecuencia. El agarrotamiento (atascamiento) de un motor de combustión interna constituye un caso extremo de mal funcionamiento por falta de lubricación. Las partes móviles, secas, se calientan mucho y llegan incluso a agarrotarse.

La aplicación de aceite, o grasa, reduce las fuerzas de fricción que existen entre ejes giratorios, discos o ruedas y sus sostenes fijos, permitiendo que las superficies puedan deslizarse fácilmente una sobre otra. Mientras que dos superficies secas, aun siendo comparativamente lisas, se *agarran* siempre una con otra, si se interpone entre ellas una película delgada de lubricante, las superficies están como *flotando* una sobre otra. La película de lubricante actúa impidiendo que entren en contacto entre sí las pequeñas irregularidades, inevitablemente presentes en ambas superficies.

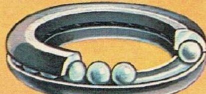

(Izquierda): Seccion trasversal aumentada, que muestra las irregularidades de las superficies de dos cojinetes secos. (Derecha): Película de aceite que separa las superficies.

Un eje giratorio ha de estar sostenido en sus extremos o cerca de ellos. Si es bastante largo, pueden ser necesarios también soportes adicionales, o cojinetes, en puntos intermedios. El tipo de cojinete más sencillo, adecuado para velocidades pequeñas, y cuando las únicas fuerzas que actúan sobre el mismo son perpendiculares al eje, es el cojinete liso o de rozamiento. En esta clase de cojinetes el eje está encajado dentro de un cilindro hueco, perfectamente ajustado, al que se da el nombre de *casquillo*. Como este casquillo está sometido a un desgaste considerable, se construye de modo que pueda cambiarse fácilmente dentro de la armadura del cojinete. La falta de aceite entre el casquillo y el eje ocasiona un aumento considerable en las fuerzas de fricción que actúan entre las superficies. Esto, a su vez, produce calor, que hace que el metal se dilate, y que, finalmente, el cojinete se agarre.

Como el agarrotamiento del cojinete puede dañar considerablemente la máquina, se suelen recubrir los casquillos con una capa fina de una aleación de bajo punto de fusión. De esta manera, si el cojinete llega a estar sobrecalentado, se funde el recubrimiento, pero se evita así el deterioro del eje o de las piezas a que está conectado. Estas aleaciones de bajo punto de fusión pueden clasificarse dentro de los tipos de "metal blanco", de los que se distinguen dos tipos principales, cuyas composiciones son: estaño 88 %, antimonio 8 % y cobre 4 %, en una; plomo 80 %, antimonio 14 % y estaño 6 %, en otra.

Para no lubricar con demasiada frecuencia los cojinetes, es conveniente incluir en su diseño un artificio que permita mantener una reserva de aceite. Esto se hace generalmente por medio de muescas o ranuras en la superficie del casquillo, o también disponiendo un pequeño depósito sobre el cojinete, de modo que el aceite pueda fluir hacia abajo fácilmente, distribuyéndose sobre la superficie del eje giratorio a medida que se requiere. Si el cojinete está sometido a presiones considerables, necesita una lubricación a presión, para forzar el aceite a penetrar las superficies.

Los cojinetes de resultados más satisfactorios son los del tipo "de bolillas" y los de "rodillos". En ellos, el contacto entre el eje giratorio y la armadura del cojinete, fija, se realiza a través de una serie de bolillas o rodillos, que pueden correr por unas ranuras dispuestas adecuadamente entre la superficie del eje y la de la armadura. La principal ventaja de este tipo de cojinete, sobre los del tipo liso, es que sustituye la fricción de deslizamiento entre las superficies del eje y del casquillo por una fricción de rodadura entre las bolillas o rodillos y cada una de las dos superficies.
Se necesita mucha menos energía para vencer la fricción de rodadura que la requerida para contrarrestar la fricción de deslizamiento. Los cojinetes de bolillas se usaron por primera vez hacia fines del siglo diecinueve y tuvieron gran acogida en la construcción de la bicicleta, que entonces se estaba haciendo popular. En los primeros tipos de cojinetes de bolillas, éstas llenaban completamente el espacio entre los dos canales. Actualmente es más corriente que las bolillas estén separadas por una "jaula" de metal. Esto sirve para conservar las bolillas uniformemente espaciadas alrededor del canal, e impide que se gasten irregularmente.
Para que los cojinetes de bolillas tengan un funcionamiento satisfactorio, es necesario que las bolillas, o los rodillos, y los canales estén hechos de acero templado, de buena calidad, y que sean fabricados con un alto grado de precisión. Particularmente, es de suma importancia que todas las bolillas de un cojinete sean exactamente del mismo tamaño.
Hay una gran variedad de tipos de cojinetes de bolillas, y de rodillos, que han sido perfeccionados para diversos usos, de los que presentamos algunos en las ilustraciones. Los cojinetes de rodillos se emplean cuando existen pesos considerables entre las superficies.
Los cojinetes de rodillos cónicos son especialmente útiles para soportar pesos en la dirección del eje.

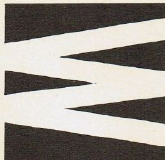

Cojinete para esfuerzos normales (tipo bicicleta)


Cojinete de bolillas para esfuerzos tangenciales


Cojinete para esfuerzos normales, con bolas enjauladas


Cojinete de rodillos para esfuerzos tangenciales y normales.

29-5-64 FABRIL



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

EJERCICIOS ISOMÉTRICOS

Los principios básicos de los ejercicios isométricos fueron descubiertos hacia 1920, cuando se observó que la pata de una rana atada durante cierto tiempo llegaba a ser más fuerte que la que quedaba libre. La Marina de los EE. UU. ha publicado una serie de ejercicios isométricos recomendables para los marinos que quieran aumentar su fuerza física rápidamente. Al contrario que los ejercicios "isotónicos" tradicionales, los "isométricos" no requieren mover los músculos en absoluto, sino que se realizan contra un objeto fijo. Ejemplo de ejercicios isométricos (para realizar estando sentados en una silla): 1º) Agárrese el asiento con ambas manos e inténtese levantar el cuerpo un par de centímetros por encima de la silla. 2º) Pónganse las manos en las caras anteriores de los muslos e inténtese separarlos mientras que las piernas procuran acercarse. 3º) Con las palmas de las manos pegadas a la parte inferior del tablero de una mesa, presiónese hacia arriba, como si se quisiera levantarla.
Los partidarios de este tipo de ejercicios aseguran que las tensiones y contracciones resultantes obligan a poner en funcionamiento el ciento por ciento de las fibras de los músculos, mientras que los ejercicios isotónicos sólo estimulan el 50 ó 60 %. Este tipo de gimnasia cuenta, sobre todo en EE.UU., con fervientes defensores. Uno de ellos es el Tte. Cnel. de la fuerza aérea, W. Rankin, autor de un libro sobre el tema, de quien se recordará que en el año 1959 se lanzó en paracaídas desde un avión a reacción que volaba a 11 Km. y a velocidades cercanas a las del sonido.



CRIMINOLOGÍA: LA CIENCIA CONTRA EL CRIMEN

Los falsificadores, ladrones, criminales, etc. oponen frecuentemente a las acusaciones de la policía un sólido sistema de defensa, apoyado en coartadas perfectamente urdidas, que en muchas ocasiones parecen irrefutables. Para descubrir las posibles fallas de este entramado, y poder presentar hechos rigurosamente objetivos que hayan de ser utilizados judicialmente, existe una disciplina, denominada criminología, que utiliza conjuntamente datos biológicos, químicos, físicos y matemáticos.
Un capítulo muy importante y muy conocido de esta ciencia es el dedicado al estudio y clasificación de **las huellas dactilares.** Como es sabido, las huellas dactilares de un individuo permanecen idénticas desde su formación en el período uterino hasta su muerte. Esta inmutabilidad ha sido confirmada con experimentos y es un hecho perfectamente establecido. Las variedades que pueden adoptar los pliegues cutáneos que las forman son tan numerosas que es casi imposible que dos individuos presenten las mismas huellas. Éstas se clasifican con arreglo a los dibujos que presentan, a fin de facilitar su identificación. Del mismo modo, se encuentra actualmente muy desarrollada la técnica del "revelado" de las huellas atribuidas al presunto malhechor.
Otra técnica muy utilizada, y que oímos mencionar con frecuencia en los periódicos y en las películas, es la **foto-robot.** Como es bien conocido, la **foto-robot** consiste en una superposición de distintos rasgos tipo, con objeto de reconstruir un rostro definido. Aunque la eficacia de esta técnica descansa en la subjetividad del testigo ocular que trata de identificar el rostro que ha de reconstruirse, ha producido ya resultados suficientemente satisfactorios para que se siga trabajando en su sistematización.
Otro de los capítulos más importantes de esta ciencia es el dedicado al estudio de las estrías que todo proyectil presenta sobre su superficie, después de haber sido disparado. El cañón de un arma de fuego tiene ciertas irregularidades o imperfecciones que producen sobre el proyectil una serie de rayas y trazos, a través de los cuales puede determinarse con gran precisión la marca y el modelo del arma utilizada. Una vez que se conocen éstos, es posible determinar por comparación el arma que ha disparado el proyectil en estudio. De esta forma, se puede decir que todo proyectil tiene su propia "huella dactilar".
La criminología estudia también la detección de falsificaciones. Muchas y muy variadas técnicas físico-químicas ayudan al criminólogo en el cumplimiento de este cometido. Las áreas de un documento que han sido lavadas, con objeto de borrar las palabras que contienen, pueden detectarse fácilmente por medidas de absorción luminosa, ya sea visible, ultravioleta o infrarroja. En algunos casos, estas áreas se detectan con medidas de conductividad eléctrica. La cromatografía interviene en el análisis de las tintas empleadas en sustituciones de palabras, pudiendo determinarse fácilmente la composición de éstas, e incluso la fecha aproximada de su utilización.
Actualmente, se encuentra en desarrollo un método de análisis por activación nuclear, que consiste en determinar cualitativa y cuantitativamente la presencia de pequeñísimas cantidades de ciertos elementos, exponiéndolos a las radiaciones emitidas por un ciclotrón o un reactor nuclear. Estos elementos se trasforman en radioisótopos, los cuales presentan un espectro de desintegración muy característico, que puede utilizarse con propósitos de comparación o identificación. Parece que este método sirve para identificar automovilistas que se dan a la fuga, así como para determinar la persona que ha disparado una cierta pistola, usando como elementos de análisis pequeñísimos vestigios de antimonio y bario, que siempre quedan en la mano del que dispara.
Esto no es más que un leve esbozo de las posibilidades de la criminología, la cual pone al servicio de nuestra sociedad los progresos de la ciencia moderna.

LA BRÚJULA GEOGRÁFICA

La distancia entre el polo norte magnético y el geográfico está sujeta a continuas variaciones. Se ha podido calcular que en los últimos 50 años el polo norte magnético se ha trasladado 480 Km. al noroeste. Recientemente, la General Electric de EE.UU. ha construido una brújula que indica el polo norte geográfico; no el magnético, como hace la brújula ordinaria. Está constituida por un giróscopo y un teodolito acoplados, y no le afectan los imanes, ni ningún otro fenómeno magnético natural. Este aparato, conocido por PIM (Precision Indicator of the Meridian), fue concebido en principio para usos militares, pero ya está siendo utilizado en construcción de túneles, minas, estudios geológicos y navegación.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

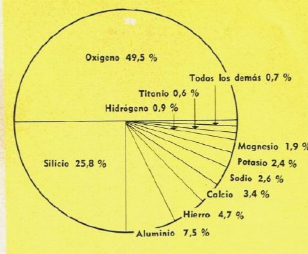
LA DEFINICIÓN DEL METRO

M. R. He oído que se ha cambiado la definición del metro. ¿Podría indicarme las razones por las que se ha hecho esto?
Efectivamente. Hace algo más de tres años que la barra metálica de platino iridiado dejó de ser el metro patrón. El metro se define ahora como un múltiplo (1.650.763,73) de la longitud de onda de la luz anaranjada emitida por el gas noble criptón 86. La nueva longitud patrón tiene varias ventajas. Es una constante de la Naturaleza, indestructible, inmutable y reproducible en cualquier parte del mundo. Puede determinarse con un error menor de 1 en 100.000.000, permitiendo entonces realizar medidas con esta exactitud. El criptón 86 presentó varias ventajas sobre el mercurio 198, que también fue propuesto para este fin. Tiene una presión de vapor mucho mayor, a las temperaturas extremadamente bajas en las que es necesario realizar las medidas para reducir a un mínimo el movimiento térmico de los átomos. Las figuras de interferencia producidas por la lámpara de criptón en el interferómetro (aparato que sirve para medir longitudes de onda) son muy claras y muy bien definidas, lo que supone otra nueva ventaja del criptón sobre el mercurio. La adopción del nuevo metro patrón no cambia nada. Las medidas basadas en la barra metálica son suficientemente exactas en casi todos los casos prácticos. Ya no es necesario, sin embargo, contrastar periódicamente las réplicas que cada país tiene con el metro de París, ya que es posible calibrar los cálculos con la longitud de onda del criptón 86, medida en condiciones adecuadas.

CONSULTAS AGRUPADAS

G. S. M. El monóxido de carbono, cuya fórmula es CO, es evidentemente **un gas muy venenoso.** Es también conocido con el nombre de gas de los braseros y se produce siempre que se quema carbón en presencia de una cantidad insuficiente de oxígeno. La toxicidad del brasero, del escape de los automóviles y del gas del alumbrado, es debida a que todos ellos contienen este gas en mayor o menor proporción. Es muy peligroso, pues su presencia no puede reconocerse ya que es inodoro. Los síntomas de envenenamiento son dolor de cabeza y aturdimiento o mareos. Su mecanismo de actuación es el siguiente: la hemoglobina de la sangre fija usualmente el oxígeno que le llega a través de los pulmones para transportarlo a los tejidos; si se inhala monóxido de carbono, éste se fija preferentemente sobre la hemoglobina para formar la carboxihemoglobina, impidiendo de ese modo la distribución del oxígeno a las células del cuerpo y el riego de los tejidos.

J. M. V. H. En el diagrama adjunto le señalamos la abundancia relativa de los elementos más frecuentes en la corteza terrestre.



Y PARA CONCLUIR...

EL VIDRIO, ENNOBLECIDO POR TIERRAS RARAS

Análisis extremadamente precisos han demostrado que bebiendo una taza de té caliente absorbemos una diezmilésima de gramo de vidrio, ya que el vidrio ordinario es soluble en el agua. Si en la cocción del vidrio se añaden pequeñas cantidades de sales de tierras raras, tales como el lantano, circonio, etc., no sólo disminuye la solubilidad del vidrio más de cien veces, sino que además se hace estable al ácido sulfúrico. En una palabra, el vidrio ordinario adquiere cualidades de vidrio de laboratorio. Se puede calentar a 400° C, y enfriar bruscamente, sin que sufra fisura alguna. Este método de ennoblecimiento del vidrio ordinario por medio de las tierras raras resulta más barato que la fabricación de vidrio de cuarzo. Ha sido elaborado por el Instituto de Química de Silicatos de la Academia de Ciencias de la U.R.S.S.

SEPAMOS CÓMO SE CALCULA

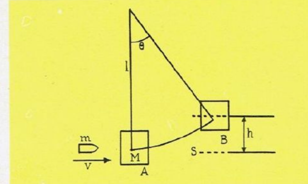
La velocidad de una bala de rifle o de pistola puede medirse con un aparato llamado péndulo balístico. Consiste en esencia de un bloque de madera o de plomo, de masa **M**, suspendido por una cuerda, como se indica en la figura. Si disparamos una bala de rifle de masa **m** y velocidad **v** contra dicho bloque, obligaremos a éste a recorrer el arco **s**, que puede ser medido fácilmente. Cuando la bala ha penetrado en el bloque, el conjunto se mueve con una velocidad **V**, y de acuerdo con el principio de conservación de la cantidad de movimiento, podemos escribir:

$$m \cdot v = (M + m) V$$

Para hallar el valor de **v**, velocidad del proyectil antes de que se produzca el impacto, sólo nos resta pues conocer el valor de **V**, velocidad del conjunto después de que la bala se ha incrustado en el bloque. Esta velocidad se puede hallar fácilmente aplicando el principio de conservación de la energía al movimiento de **(M + m)** desde **A**, donde la energía es totalmente cinética, hasta el final de su recorrido **B**, donde toda la energía es potencial:

$$1/2 (M + m) V^2 = (M + m) gh$$

Midiendo directamente **h**, o hallando su valor a partir de **l**, **s** y **θ** encontraremos **V**, que, sustituida en la primera fórmula, nos indicará el valor de la velocidad de la bala antes de producirse el impacto (**g** representa la aceleración de la gravedad, es decir, aproximadamente 9,8 m/seg²).



FRASE DE LA SEMANA

Dijo A. Einstein: "Después de una cierta etapa, la lectura distrae a la mente de su labor creativa. Los que leen demasiado, usando poco su cerebro, inhiben sus aptitudes creadoras".

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	30.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COLOMBIA,	Pesos	2,50	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4.—
*CHILE,	Escudos	0,75	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—	*VENEZUELA,	Bolívares	1,25

Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 27 de julio de 1964

Nº 42

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicado en Argentina por
EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES

AÑO I
TOMO IV
Nº 42

SUMARIO:

Distribuidores, Agentes de Suscripciones y Venta de Números Atrasados, ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana S. A., Carrera 7ª nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S. A., Santo Domingo 1175, Santiago. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, 1ª Calle Oriente y 4ª Avda. Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Ediciones S.A. (DEDESA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De la Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela, D. C. **MÉXICO:** Distribuidor Dispublex S. A., Dir. responsable Marcial Frigolet, Bolívar 154, México D. F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdés, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S. A., Jirón de la Unión 284, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Compañía Uruguaya de Ediciones S. A., 25 de Mayo 620, Montevideo. **VENEZUELA:** Venezolana de Publicaciones C. A., Princ. a Sta. Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA

FÓSILES CÁMBRICOS. — Los "trilobites", animales con cierta analogía con los crustáceos actuales, poblaban en gran número los mares del período cámbrico.

Correo Argentino Central (B) — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7.271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Supermicrobalanza. — En los laboratorios de la Westinghouse Research, en Pittsburg (Pennsylvania), ha sido puesto a punto un aparato de medida tan sensible que es capaz de evaluar la diferencia de peso que produce la adición de dos palabras a una enciclopedia de treinta volúmenes. Esta extraordinaria microbalanza determina los pesos de los objetos midiendo las modificaciones de la frecuencia de resonancia de un cristal de cuarzo.

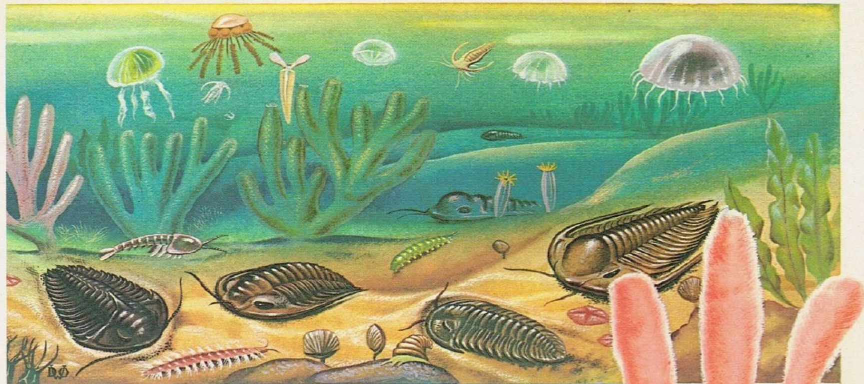
El hombre que "resucita" a los muertos. — El profesor Vladimir Negovsky, Director del Laboratorio de Reanimación de Moscú, ha demostrado que ciertos individuos en estado de muerte aparente podían ser "resucitados". Estos enfermos, en muchas ocasiones considerados como definitivamente perdidos, han sido "devueltos" a la vida por el profesor Negovsky utilizando las técnicas de la hibernación y trasfusión intra-arterial.
Estos métodos han sido aplicados a muchos moscovitas heridos de muerte en la vía pública, cuya muerte clínica había durado más de media hora. Cuando se produce un "shock" traumático, el organismo pone en marcha un sistema de defensa que en ocasiones puede tener consecuencias perniciosas. La hibernación, o congelación del paciente, disminuye drásticamente el cociente metabólico, dosificando los recursos naturales del organismo con el fin de superar el período crítico.

Energía. — Las necesidades energéticas del mundo de hoy crecen cada día. Se espera que en este año se consuma el doble de energía que en el año 1954, esperándose asimismo doblar esta cifra en el año 1974.
Alrededor del 70 % de la energía que actualmente se consume se produce por vapor, el cual se genera principalmente a partir de carbón, gas o productos derivados del petróleo. Las necesidades energéticas son tan grandes que en la actualidad se llevan a cabo en todos los países estudios minuciosos y exhaustivos de todas las posibles fuentes de energía, que tendrán como consecuencia el aprovechamiento energético de nuevos proyectos hidroeléctricos, de plantas atómicas, de fuentes geotérmicas, del movimiento de glaciares, de los mareas, de las radiaciones solares, etc., etc.



NOTICIAS DE MAÑANA

Petróleo para comer. — Como todos los seres vivos, el hombre necesita el nitrógeno para vivir. Ni los vegetales ni los animales poseen la facultad de asimilar directamente el nitrógeno, sino que aprovechan el trabajo de las bacterias que puedan fijarlo.
Los vegetales pueden formar sustancias nitrogenadas a partir de los nitratos y de las sales amoniacales que absorben del suelo, y el hombre aprovecha estas sustancias nitrogenadas indirectamente, a través de los animales.
Las proteínas animales son indispensables para el hombre, porque contienen ciertos aminoácidos de interés primordial para su mantenimiento. Estadísticas de la "Campaña Mundial contra el Hambre", organizada por las Naciones Unidas, muestran que los 2/3 de la población mundial no ingieren la cantidad suficiente de proteínas animales.
En los Laboratorios de la Société Française de Pétroles B.P., en Lavéra, se está llevando a cabo un programa de investigación, cuya finalidad esencial es la producción masiva y rápida de proteínas de gran valor nutritivo a partir del petróleo. El método se basa en el descubrimiento de que una gran variedad de microbios viven y se reproducen muy activamente a expensas de las mezclas de hidrocarburos que constituyen el petróleo, y estos microrganismos contienen una proporción muy grande de proteínas animales.
De los primeros resultados obtenidos, se deduce que con una tonelada de parafinas normales se puede producir una tonelada de concentrado de proteínas y vitaminas con un contenido del 40-50 % en proteínas.
Se ha evaluado que de 1.000 millones de toneladas de petróleo, 700 millones de toneladas son hidrocarburos parafínicos, que constituyen el alimento preferido de los microrganismos. La producción de 7 millones de toneladas de concentrado proteínas-vitaminas, con un contenido aproximado de 3 millones de toneladas de proteínas, no requerirá más que el 1 % de esos 700 millones de toneladas de petróleo bruto. No es, pues, una quimera contar con el petróleo para reducir el hambre en el mundo.



Composición gráfica mostrando la vida de los mares cámbricos.

FÓSILES CÁMBRICOS

Lo que se considera como la primera prueba de vida sobre la Tierra, se ha encontrado en rocas que tienen más de dos millares y medio de millones de años. Consiste, simplemente, en terrones de carbonato cálcico muy parecidos a los que forman actualmente algunas plantas marinas. En rocas precámbricas posteriores hay huellas de plantas primitivas, agujeros de gusanos, y lo que parece ser rastros de medusas.

La extensión misma de esta lista basta para mostrar que la evidencia de formas de vida en tiempos precámbricos (o sea, antes del período cámbrico que se inició hace unos 500 millones de años) es sumamente pequeña.

La causa de ello es, en parte, el que los primeros animales tenían el cuerpo blando, lo que hizo improbable su conservación, y, además, que en muchos casos, las rocas precámbricas han sido tan plegadas, comprimidas y deformadas, que cualquier fósil que contuvieran hubiese sido seguramente destruido.

Sólo en las rocas formadas durante el período cámbrico hace su aparición clara el documento probador de la vida. Estas rocas tienen una riqueza de fósiles que indican que casi todos los sectores de la vida estaban presentes entonces. Pero la evolución no se verifica así como así, y la vida debe haber estado en su plenitud en los tiempos precámbricos, a pesar de la falta de pruebas.

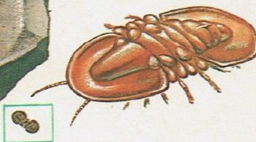
La razón por la que los fósiles aparecen con tanta abundancia en las rocas cámbricas es que, en comparación con los precámbricos, los animales de ese período estaban constituidos por un mayor número de especies provistas de tegumentos duros, y por lo tanto tenían mayores probabilidades de ser fosilizados. El desarrollo de los caparazones no fue repentino, sino que, al parecer, se llevó a cabo durante un largo período, del que no existen registros geológicos y que duró muchos millones de años; período que precedió al cámbrico y marcó el fin del eon criptozoico, la edad de la "vida escondida". Por esto, la aparición de la vida es repentina, en vez de gradual.

Cuando se inició el cámbrico, el desarrollo de los caparazones ya estaba bien avanzado.

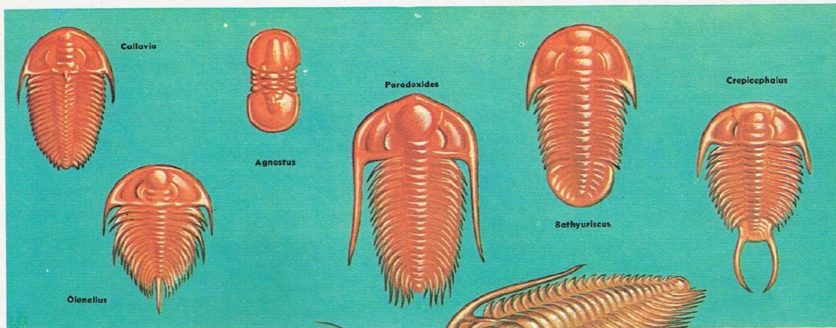
Existe una serie de teorías sobre la causa del desarrollo de los caparazones. Una de ellas sugiere que los animales, que aumentaban continuamente de tamaño y de número hacia el fin del período precámbrico, experimentaron por primera vez una fuerte competencia a medida que los mares se poblaban. Por consiguiente, desarrollaron "armaduras" para protegerse.

Durante el período cámbrico, la vida se hallaba probablemente confinada en los mares. Éstos estaban llenos de animales invertebrados (sin espina dorsal) de muchas clases. Los fósiles cámbricos más numerosos son los *trilobites*. Éstos forman una división extinguida de un importante grupo de animales conocidos con el nombre de *artrópodos*, siendo parientes lejanos de las gambas y de los cangrejos. Como su nombre lo indica, los trilobites tenían tres lóbulos: una parte central, conectada con la cabeza, y un lóbulo a cada lado. Sus cuerpos ovalados, completamente cubiertos por una "armadura" fina, como los insectos actuales, estaban divididos en una serie de segmentos, y eran, por lo tanto, flexibles. Cada uno de los segmentos llevaba adherido un par de patas ramificadas. Una de las ramas era fuerte y articulada,





(Izquierda) Fósil del trilobites cámbrico "Agnostus". (Abajo) Impresión del animal original. Ambos están muy aumentados. El tamaño real es el del recuadro verde.



(Arriba): Selección de trilobites cámbricos. (Derecha): Un trilobites restaurado, "Paradoxides", el gigante de 45 cm. de los mares cámbricos.

sirviendo para caminar; la otra era plumosa y servía para nadar, y, tal vez, para respirar.

Algunos trilobites eran los gigantes de los mares cámbricos, aunque los más grandes tenían sólo 45 centímetros de largo, siendo la longitud media de unos dos centímetros. Otros eran tan pequeños que sólo podrían haberse visto con un microscopio. No obstante, estos pequeños seres constituían la forma de vida más desarrollada en aquel entonces y se adaptaron a distintos modos de vida. Algunos nadaban a través de los mares, mientras que otros se arrastraban por el fango del fondo, alimentándose de animales muertos. La mayoría de los trilobites estaban provistos de un par de ojos compuestos, pero algunos de los que vivían en el fondo eran ciegos.

Inmediatamente detrás de los trilobites venían en importancia los *braquiópodos,* llamados a veces "de lámpara", debido a la semejanza de una de las especies con una lámpara griega. Sus caparazones constaban de dos valvas de distinto tamaño que cubrían la parte inferior y superior del cuerpo. En algunas formas, las valvas estaban unidas en parte por una coyuntura y, en parte, por los músculos del cuerpo. En otras formas, tal coyuntura no existía y las valvas se mantenían juntas por los músculos simplemente. Vivían en aguas poco profundas, y se mantenían adheridos al fondo por un tallo carnoso corto.

Los moluscos (animales de cuerpo blando, a menudo con caparazón) eran relativamente escasos en aquellos mares, en comparación con su número actual. Los primeros en aparecer en la etapa cámbrica fueron dos grupos de gasterópodos, y eran unos caracolitos marinos primitivos, generalmente de un centímetro de ancho, con el caparazón en forma de espiral baja.

Otros eran los *hiolitos,* que probablemente tenían una expansión, a modo de ala, en el *pie,* que les permitía deslizarse a través del agua, como las modernas *mariposas de mar* o *terópodos.*

Los *graptolitos* constituían otro grupo, ya extinguido, que hizo su aparición en el período cámbrico, aunque no llegaron a descollar sino en el período siguiente. El nombre *graptolito* es de origen griego y significa "piedra escrita", pues parecen marcas de lápiz sobre una pizarra. Tenían varias varillas ramificadas que sostenían una serie de copas conectadas, en cada una de las cuales vivía un animal simple. Los primeros graptolitos tenían la forma de un abanico.

Nuestro conocimiento de los animales de cuerpo blando del período cámbrico habría sido tan escaso como el de los del precámbrico sin el capricho de la suerte, que nos ha deparado las *pizarras de Burgess,* cerca del pueblo de Field, en Canadá. Estas rocas se formaron a mediados del período cámbrico en el fondo de un mar estancado, donde las condiciones de vida eran muy semejantes a las del Mar Negro. Aquí, el agua de los niveles inferiores es tan inapropiada para los seres vivientes, que no hay animales necrófagos ni bacterias que destruyan rápidamente todos los restos de animales muertos que se van al fondo. Por ello, los organismos muertos permanecen intactos durante un tiempo considerable.

Esto es exactamente lo que ocurrió cuando se depositaron las pizarras de Burgess. Los organismos se hundieron hasta el fondo y fueron cubiertos por sedimentos antes de que se destruyeran. Como consecuencia, estas rocas contienen actualmente una valiosa información del pasado. Los fósiles se conservan como delicadas películas de carbón, que reproducen las formas originales de los animales con un detalle que maravilla. En algunos casos, puede determinarse incluso la estructura de las partes internas. Hay fósiles de medusas, gusanos, esponjas, estrellas de mar y de muchos otros seres marinos. El descubrimiento de esta rica localidad de fósiles ha hecho acariciar la esperanza de encontrar un conjunto de fósiles precámbricos conservados así.



◀ Impresión de un gusano dejado durante el período cámbrico en el fango del fondo del mar, que después se endureció hasta convertirse en una roca dura. Detrás de ella, el animal completo.

PARTES DEL MOTOR

Los vehículos a motor están generalmente provistos de motores de varios cilindros, corrientemente cuatro o seis. También los hay de ocho y se puede usar cualquier número, hasta doce.

En la figura I se ve un motor típico de cuatro cilindros, cortado convenientemente para que puedan verse los cilindros, pistones, bielas, cigüeñal y volante.

El cuerpo del motor consta de varias partes: el *bloque de cilindros*, en el que los varios cilindros están formando una sola pieza; el *cárter*, dividido en dos partes, *cárter superior* o *bancada*, y el *cárter inferior*, unido al superior a la altura del cigüeñal, que sirve de depósito de aceite; y la *culata*, que constituye la parte superior de los cilindros.

El bloque de cilindros y el cárter superior, o bancada, suelen formar una sola pieza, fabricada en hierro fundido de buena calidad. Los huecos de los cilindros, dentro del bloque, están torneados hasta conseguir un acabado perfecto.

La culata, en la que van las cámaras de combustión, es casi siempre desmontable, y va sujeta al bloque de cilindros por medio de varios espárragos con sus correspondientes tuercas. Entre ambas piezas va colocada una junta delgada, llamada *junta de culata*, que hace hermética la unión entre la culata y el bloque de cilindros. La junta de culata consiste, generalmente, en una hoja de amianto pegada entre dos láminas muy finas de cobre. La culata es de hierro fundido de buena calidad, o de una aleación de aluminio, y en ella van situadas las válvulas y varios orificios, cuya finalidad se describirá en futuros artículos.

EL PISTÓN

En la figura II, puede verse un pistón, que suele ser de una aleación de aluminio, y consiste esencialmente en una pieza cilíndrica cerrada por su parte superior, o cabeza del pistón, y abierta por su parte inferior o falda. En su parte central lleva un orificio que lo atraviesa, con unos salientes o protuberancias interiores, que forman una caja de cojinetes, en los que se aloja el *pasador* o *eje del pistón*, que es una barra o tubo de acero, conocido como *bulón*.

Las funciones del pistón son:

a) trasmitir la fuerza motriz o impulso, producido en la combustión, al cigüeñal, haciendo así que éste gire;

b) actuar como émbolo móvil y hermético, y hacer así que la combustión tenga lugar solamente dentro del cilindro;

c) actuar como cojinete de la parte superior, o *pie de la biela*;

d) disipar parte del calor producido en la combustión hacia las paredes internas del cilindro.

Para la fabricación de pistones se utilizan mucho las aleaciones de aluminio, a causa de su ligereza y buena conductividad del calor.

Cuando se calientan por igual el cilindro y el pistón, este último se dilata más que el primero, por lo que el diámetro del pistón debe ser ligeramente menor que el del cilindro. Por ello, el pistón tiene que ir provisto de una especie de anillos de cierre, llamados *segmentos*, que ajustan perfectamente en el hueco del cilindro, con lo que impiden que se pierda la fuerza producida por los gases de la combustión, y a la vez evitan que el aceite lubricante pase a la cámara de combustión.

Los segmentos son de hierro fundido especial, menos duro que el del bloque

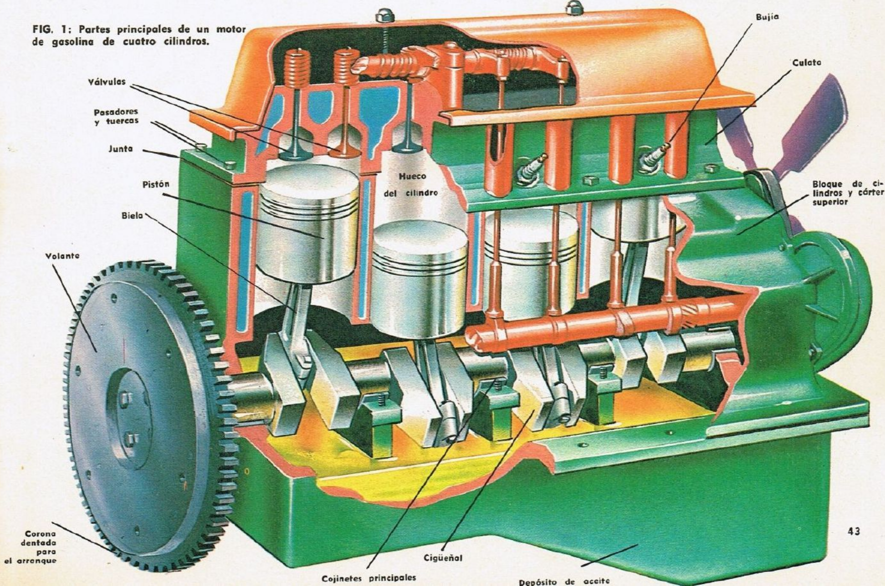
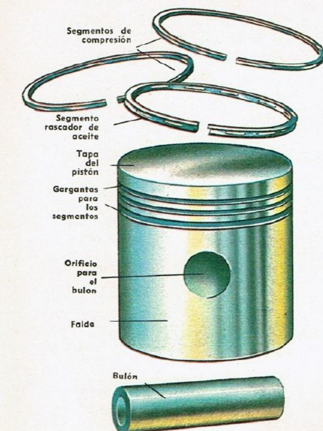
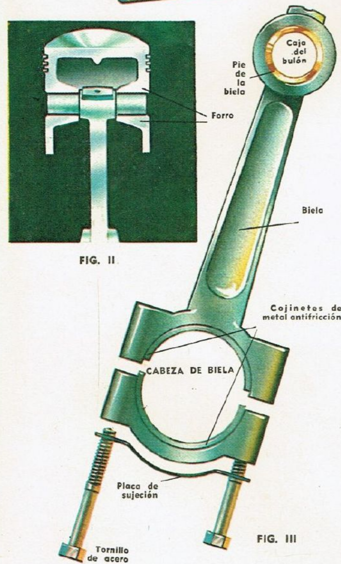


FIG. 1: Partes principales de un motor de gasolina de cuatro cilindros.





(Arriba) Dibujo de las diversas partes del pistón, mencionadas en el texto. (A la derecha) Cigüeñal, que convierte el movimiento de vaivén de los pistones en movimiento rotatorio que, finalmente, hace girar las ruedas.

de cilindros, para que sean ellos los que se desgasten primero; además, son elásticos aun cuando se calientan. Los segmentos se alojan en gargantas o ranuras de sección cuadrada, situadas en la parte externa del pistón. Los segmentos se hacen de diámetro ligeramente mayor que el de los cilindros y llevan una hendidura que les permite contraerse al montarlos, pero después ajustan perfectamente en las paredes internas de los cilindros, sobre las que se pueden deslizar fácilmente ejerciendo una ligera presión. Cuando los segmentos están comprimidos dentro del cilindro, queda en ellos un pequeño espacio, oblicuo o en escalón, para permitir la expansión térmica mientras funciona el motor.
Generalmente, existen dos o tres segmentos sencillos, llamados de *compresión*, colocados en la parte superior del pistón, y un segmento inferior de *engrase*, "rascador de aceite", colocado por encima del bulón y con orificios en su ranura, que permiten el paso del aceite al interior del pistón.

PASADOR O BULÓN

El bulón es una parte esencial en el montaje del pistón. Es de acero templado, generalmente hueco, y está sostenido en dos cajas, formadas en la parte interna de las paredes del pistón.

BIELA

La biela es generalmente de acero forjado y tiene una sección parecida a una I; termina en sus dos extremos por dos orificios circulares, uno pequeño llamado *pie de biela* y otro mayor, *cabeza de biela*. En la figura III puede verse una biela típica.
Hay dos tipos fundamentales de pie de biela. En un caso, el pie de biela está partido y en su interior se sujeta el bulón mediante un tornillo; o bien el pie de biela es un orificio de una pieza con un forro interior de bronce fosforoso en forma de tubo; el bulón se acopla fácilmente en este tubo y puede así girar libremente, tanto en el pie de biela como en las cajas internas del pistón; en este caso, se dice que el bulón es *flotante*.
Para evitar el movimiento trasversal del bulón, y que no asome por las paredes del pistón, se sujeta con dos trabas acopladas a las cajas internas del pistón.

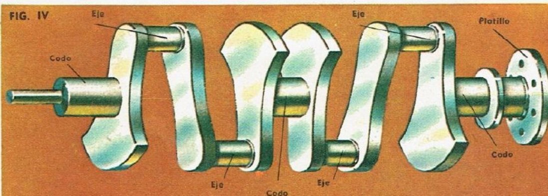
La cabeza de biela está formada por dos piezas, que pueden ensamblarse para alojar en su interior al codo del cigüeñal. Para que el roce con el codo del cigüeñal sea más suave, la cabeza de biela lleva en su interior unos cojinetes de acero hechos en dos mitades, recubiertos interiormente por metal blanco antifricción, que, además, si se calientan demasiado, se funden, evitando que se deterioren la biela o el cigüeñal.
Las dos partes de la cabeza de biela están unidas mediante tornillos especiales de acero, asegurados por una junta blanda de sujeción (véase figura III).

CIGÜEÑAL

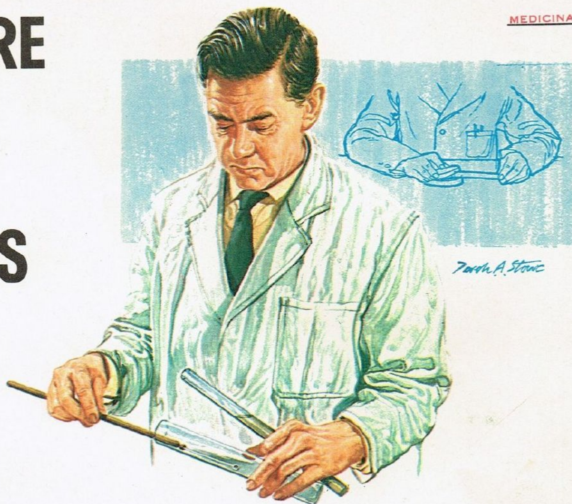
La finalidad del cigüeñal es convertir el movimiento de vaivén (de subida y bajada) de los pistones en un movimiento rotatorio (de giro).
En la figura IV puede verse un cigüeñal, que suele ser de acero forjado o de fundición especial. Los cojinetes de las cabezas de las bielas están ajustados a los codos del cigüeñal, con lo que éste queda unido a los pistones a través de las bielas. Ciertas partes del cigüeñal, los ejes de giro, no se mueven hacia arriba ni hacia abajo, sino que únicamente giran en los cojinetes principales o estacionarios. En el motor de cuatro cilindros hay, generalmente, tres ejes de giro en el cigüeñal. Los cojinetes principales del cigüeñal están partidos y son muy análogos a los de la cabeza de biela. El cigüeñal está unido con el *volante* mediante un platillo de sujeción; parte integrante de uno de los extremos del eje del cigüeñal.

VOLANTE

El volante es una rueda pesada de fundición especial, y que va sujeta mediante tornillos al platillo del cigüeñal. La función principal del volante es almacenar, por inercia, parte de la energía producida en la explosión, usándola después para mover el cigüeñal, bielas y pistones, durante los otros tres tiempos que no producen energía (véase *tomo IV, pág. 23*). Esto permite suavizar el movimiento del motor, haciendo que su velocidad sea más uniforme. El volante forma, generalmente, una de las superficies del embrague, y en su parte exterior lleva también una corona dentada para engranar con el motor de arranque.



EL HOMBRE CONTRA LAS BACTERIAS



El bacteriólogo traslada el material infectado del tubo de muestra al medio de cultivo, mediante un asa de alambre de platino. Arriba: el medio líquido de cultivo se vierte en una caja Petri.

El cuerpo humano está constantemente sujeto al ataque y a la invasión de bacterias productoras de enfermedades. Por fortuna, tiene mecanismos defensivos que matan los organismos invasores o neutralizan las sustancias venenosas que producen. Posee, por lo tanto, cierto grado de *inmunidad*. (*tomo III, págs. 204-205*).

El cuerpo humano no es por naturaleza inmune a todas las enfermedades; pero si es atacado por una, y sobrevive, quedará con frecuencia inmunizado a los ataques subsiguientes, ya que las sustancias neutralizantes *(anticuerpos)* se han producido como reacción al primer ataque. Se puede producir el mismo efecto administrando al organismo una dosis poco intensa del agente infectante, de modo que se formen anticuerpos. Esto es la *vacunación*.

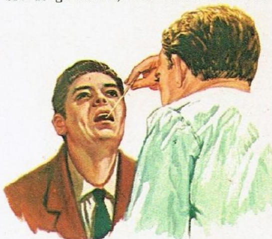
El método consiste en inyectar o inocular en el cuerpo una pequeña cantidad del material infeccioso debilitado; por ejemplo, una suspensión en la que se encuentran presentes algunas de las bacterias patógenas, muertas previamente por el calor, junto con sus venenos (toxinas); o sólo los venenos, por haberse filtrado las bacterias. Esto puede producir síntomas muy débiles de la enfermedad, pero es suficiente para provocar la necesaria reacción del organismo.

Cada tipo de anticuerpo es específico frente a cada bacteria productora de determinada enfermedad (o sus toxinas). Así, para conseguir que se formen anticuerpos para las distintas enfermedades, se suelen administrar las vacunas separadas. Con el propósito de reducir el número de inyecciones, se han desarrollado las vacunas combinadas, que se emplean, sobre todo, en la vacunación de niños muy pequeños. Un ejemplo de vacuna combinada es la que se usa contra la tos ferina, el tétanos y la difteria.

Cuando enferma una persona a causa del ataque de una bacteria patógena, se usan distintos procedimientos de rutina. Se obtienen muestras de la bacteria, que junto con la información proporcionada por el estado del paciente, su historial clínico, duración de la enfermedad, origen de las muestras, etc., se entregan al bacteriólogo, cuya tarea es identificar la bacteria causante de la infección. Determinada ésta, el médico puede entonces aplicar un tratamiento más preciso.

Las muestras de bacterias patógenas se obtienen del material infectado por distintos procedimientos, que dependen del sitio de la infección. Es importante recogerlas antes de haber suministrado cualquier antibiótico al paciente, o inmediatamente antes de darle la dosis siguiente.

Las varillas de frotis se usan generalmente para obtener muestras de la nariz, garganta y oídos, así como de las heridas. Consisten en palillos de madera, alrededor de cuyo extremo se enrolla un pedacito de algodón esterilizado (libre de gérmenes). Se conservan en tu-



Un toque en la garganta permite tomar una muestra de las amígdalas inflamadas.



Para obtener muestras de la nariz, garganta, ojos, oídos y de las heridas, se usan palillos como éstos.



En el quirófano se toman cuidadosas precauciones para reducir el riesgo de infección.

bos esterilizados. Al tomar el frotis de la garganta, se tendrá cuidado de evitar que se contamine con los organismos que normalmente viven en la boca. El algodón debe tocar solamente las amígdalas hinchadas. Al tomar la muestra de la nariz, debe evitarse lastimar el tejido delicado que recubre las fosas nasales.

Los frotis de la nariz y de la garganta se meten de nuevo en sus tubos esterilizados y se envían rápidamente al laboratorio bacteriológico. No es necesario usar envases esterilizados para recoger los esputos de los pulmones, ya que están siempre contaminados por los microrganismos del aire, pero los envases deben estar limpios.

Al tomar muestras de sangre, es preciso adoptar todas las precauciones necesarias para que todo se haga en condiciones estériles. La sangre contiene probablemente mayor número de bacterias patógenas cuando la temperatura del paciente alcanza el nivel más alto, y es importante que la muestra se recoja en esta ocasión. Se usa una jeringa esterilizada y seca.

Algunas muestras (las llamadas *fluidos de punción)* se obtienen insertando una jeringa esterilizada en una cavidad del cuerpo. De esta manera se obtienen las del líquido cefalorraquídeo y de la cavidad torácica. Deben colocarse en tubos esterilizados, para evitar la contaminación.

El bacteriólogo tiene a su disposición cierto número de pruebas para identificar la bacteria patógena. Ellas consisten en la determinación de su tamaño y forma, la manera en que admite o rechaza ciertos colorantes, su forma de crecer, las sustancias que favorecen o impiden el crecimiento, su resistencia al calor, a la sequedad, a los antisépticos, su reacción ante anticuerpos específicos, y su efecto al infectar animales de laboratorio.

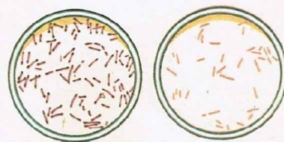
La forma de las bacterias puede verse al microscopio, pero para hacerlas más fácilmente visibles, se las colorea con tinciones especiales, mediante una técnica llamada *método de Gram.* Primero se colorean las bacterias con un colorante básico, el violeta de metilo, y luego se tratan con yodo. Se quita el exceso de colorante lavando con alcohol, y después se tiñen con un colorante que destaque (coloración de contraste). Las bacterias que retienen el primer colorante, y quedan de color purpúreo, se llaman *Gram positivas.* Las que admiten el colorante de contraste son *Gram negativas.* El método de Gram permite, pues, dividir las bacterias en dos grupos. Hay bacterias que no toman fácilmente la coloración de Gram, y es necesario emplear otros métodos. Sin embargo, las que pueden clasificarse como Gram positivas o Gram negativas, junto con su forma, están parcialmente en camino de identificación.

Para separar un microrganismo de otros que están con él (ya que una muestra contendrá también, generalmente, bacterias no patógenas), la práctica usual consiste en colocarlos sobre la superficie de una jalea, *agar,* a la que se han añadido sustancias alimenticias (por ejemplo, caldo de carne). Este alimento se llama *medio de cultivo.* Cambiando y seleccionando el medio, es posible evitar el crecimiento de ciertos microrganismos. Éste es un método para confirmar la identidad de una bacteria determinada.

Se conocen los medios selectivos para la mayoría de las bacterias patógenas. Habiendo aislado un tipo de bacteria, se investigan las condiciones que influyen en su crecimiento, si es necesario identificarla mejor. El cultivo se hace en incubadoras a la temperatura del cuerpo, que es la más favorable para las bacterias patógenas del hombre. La atmósfera que las rodea puede también ajustarse, y se las deja crecer durante 24 horas. La magnitud del crecimiento,



ASPECTO DE LAS BACTERIAS TEÑIDAS POR EL MÉTODO DE GRAM





Arriba (izquierda): organismos Gram positivos que sólo se han teñido con el violeta de metilo; (derecha): organismos Gram negativos que sólo han tomado el colorante de contraste. Abajo: incubador usado para el cultivo de bacterias, en condiciones cuidadosamente controladas.

su forma, tamaño, etc., son datos importantes para la identificación.
La bacteria del tétanos, por ejemplo, no puede crecer en presencia de oxígeno libre, y tiene que ser cultivada en un ambiente sin oxígeno.
Ciertas bacterias contienen una *enzima* que les permite llevar a cabo reacciones químicas específicas. Por ejemplo, la facultad de uno de dos organismos muy parecidos para descomponer un hidrato de carbono determinado, puede ser un modo de diferenciarlos. Así, la bacteria de la difteria es la única especie de su género que puede descomponer el almidón.
Algunas bacterias son muy resistentes al calor, especialmente las que pueden formar esporas (véase *tomo III, página 238*). Existe un organismo que envenena los alimentos y puede resistir temperaturas de 100° C durante una hora, mientras que los estreptococos mueren a 60° C al cabo de media hora.
Tanto en las salas como en los quirófanos se hace todo lo posible para reducir al mínimo las probabilidades de infección. Así, las ropas de cama contaminadas, colchones, etc., se esterilizan colocándolos en aparatos a través de los cuales se hace pasar vapor a presión. Las enfermeras se lavan las manos con frecuencia y usan máscaras para preparar los carritos de tratamiento. Se procura que las salas se ventilen eficazmente, y que la cantidad de polvo levantada al hacer las camas sea mínima, ya que el polvo es una fuente de microrganismos. Las gasas y vendajes manchados se destruyen quemándolos en incineradores, y los excrementos se desinfectan. Las paredes y el suelo de los quirófanos se lavan con frecuencia, y todos los que entran en los quirófanos llevan batas recién lavadas.
El aire que circula se filtra para extraer el polvo, se calienta y se humedece. El cirujano y sus ayudantes usan máscaras y guantes esterilizados; y, desde luego, todos los instrumentos deben esterilizarse.
En algunos hospitales hay salas, libres de gérmenes, donde la condición de los pacientes es tal que por ningún motivo deben tener contacto con bacterias patógenas. Esto ocurre, por ejemplo, cuando se trasfieren órganos de una persona a otra. Normalmente, el cuerpo rechaza los tejidos que le son extraños, pero irradiando los tejidos (con rayos X o con rayos gamma) su reacción natural se reduce de tal modo que ya no existen los citados inconvenientes. Pero la irradiación reduce también la facultad del organismo para producir anticuerpos, de modo que, hasta que el órgano trasplantado haya "encajado" con éxito, deben mantenerse las condiciones estériles.







(Izquierda): Autoclave de calefacción eléctrica. (Centro) Marmita a presión en la que se recalientan (a una presión de 0.35 atmósferas) los alimentos esterilizados. (Derecha) Un esterilizador pequeño para instrumentos, que utiliza agua hirviendo.



Para algunas operaciones, es necesario irradiar todo el cuerpo. De esta forma disminuye el número de los glóbulos blancos de la sangre, haciendo al paciente altamente susceptible de infecciones. Su habitación y lo contenido en ella debe ser esterilizado. Aquí, la enfermera abre la bolsa de plástico en la que está encerrado el alimento y lo pasa en otra bolsa, a otra enfermera con máscara y bata.

Se irradian los alimentos, y las enfermeras usan máscaras esterilizadas al entrar en la habitación del paciente. Las luces ultravioleta de la habitación matan también muchas bacterias.
Desde hace pocos años se ha comenzado a disponer de sustancias que pueden administrarse para matar las bacterias dentro del cuerpo. Paul Ehrlich (1854-1915) descubrió que ciertos colorantes tiñen los gérmenes presentes en los tejidos humanos, sin colorear los mismos tejidos. Trató de usar un colorante selectivo para llevar un destructor de gérmenes al sitio de la infección y, despues de usar 606 colorantes, encontró uno que tuvo éxito. Gerhard Domagk encontró otro colorante, el *Prontosil*, que salvó la vida a su hija. Se vio que sólo una parte del colorante, la sulfanilamida, era necesaria para matar las bacterias. Ésta fue la primera de una serie de drogas parecidas: las *sulfamidas*. Más tarde, en 1928, Fleming descubrió la penicilina, y en los últimos treinta años, Florey y Chain la prepararon de forma que pudiera ser inyectada. Poco después se preparó una forma para uso oral. Actualmente, la penicilina puede fabricarse de forma sintética para enfrentarse especialmente con un determinado tipo de bacteria.
Muchas bacterias no son sensibles a la penicilina (por ejemplo, el bacilo de la tuberculosis), pero la investigación ha producido la estreptomicina, el PAS (sigla del ácido para-amino-salicílico) y la isoniazida, que son eficaces.

POR QUÉ LOS TINTES SON COLOREADOS

Esta cuestión dio mucho que pensar a los químicos durante un gran número de años, y sólo recientemente se han podido hallar razones admisibles para explicar todos los factores que afectan al color de los tintes, o sustancias colorantes. Desde luego, esta información no estaba al alcance de investigadores como William Perkin, quien, en 1856 preparó (casi accidentalmente) el primer colorante sintético, la *malveína*, de un hermoso color violeta.

COLORANTES NATURALES

En general, con el nombre de tintes o colorantes se conocen sustancias que, además de ser coloreadas, son susceptibles de emplearse para teñir, porque es posible fijarlas permanentemente sobre las fibras de un tejido, o materias análogas. Para que un colorante resulte satisfactorio, es necesario que el color producido no sea afectado por los agentes ordinarios, como el agua, el jabón (o detergentes normales), la luz del sol, etc. Todos los productos antiguamente utilizados con este fin eran obtenidos de fuentes naturales: de plantas o de animales. Hace ya cinco mil años los egipcios teñían sus telas en azul utilizando el índigo, que lograban de las hojas de una planta, la *Indigofera tinctoria*.

Un pequeño caracol (*Murex bandaris*), abundante en las cercanías de Tiro, era la fuente del "púrpura de Tiro", que resultaba tan costoso que era accesible sólo a gentes de muy elevada posición social, de donde deriva su ostentoso nombre de "púrpura real". El carmín, a su vez, se obtenía de las escamas de una especie de insectos, el *Coccus cacti*.

Éstos, y unos pocos más, eran los tintes utilizados hasta el advenimiento de la moderna industria de colorantes sintéticos, en la segunda mitad del siglo XIX. Actualmente índigo, alizarina, carmín, etc., y varios centenares de nuevas sustancias colorantes, se producen sintéticamente, a costos reducidos, a partir de sustancias obtenidas del alquitrán de hulla, por lo que es corriente llamarlas tintes "de alquitrán", o de "anilina", aunque muchos de ellos no guarden relación directa con este último compuesto.

COLOR Y ABSORCIÓN DE LUZ

El color de cualquier compuesto depende de su capacidad de absorción de luz. Una sustancia que absorba luz de todos los colores, excepto el rojo, trasmitirá o reflejará la luz de este color si se la ilumina con luz blanca, natural; es decir será de color rojo.

Por el contrario, si una sustancia absorbe sólo luz roja, al ser iluminada con luz blanca trasmitirá o reflejará todos los colores excepto el rojo, produciendo sobre el órgano de la vista una sensación correspondiente al color complementario del rojo, azul verdoso.

Del mismo modo, una sustancia parece amarilla cuando absorbe luz de color "índigo"; verde, si la luz absorbida es "púrpura"; azul, si absorbe el naranja, etc. Algunas sustancias absorben luz de más de un color; en este caso el efecto óptico es el mismo que el correspondiente a la composición de los colores complementarios de aquellos que son absorbidos.

La experiencia ha demostrado que todas las sustancias orgánicas (y las inorgánicas también) absorben, selectivamente, luz de algún color. Sin embargo, en la mayoría de los casos, la "luz" absorbida es ultravioleta (de longitudes de onda menores que las de la luz visible y, por tanto, invisible); en este caso, trasmiten o reflejan inalterada toda la luz visible, apareciendo incoloras o blancas (según que predomine la trasmisión o la reflexión, respectivamente).

COLOR Y DISTRIBUCIÓN ELECTRÓNICA

Modernamente, se ha podido comprobar que la absorción de luz de un determinado color por parte de un compuesto químico, y la cuantía de esta absorción, están íntimamente ligadas con el estado en que se encuentran los electrones que enlazan entre sí los átomos que componen la molécula.

De un modo muy elemental, se podría admitir que estos electrones son capaces de realizar movimientos de vibración, en determinadas condiciones. Una sustancia, entonces, absorberá luz de un determinado color, siempre que esta luz sea capaz de excitar tales movimientos electrónicos. Cuanto más fijos estén los electrones, tanto menor es la longitud de onda de la luz absorbida.

Un *enlace doble*, en una sustancia orgánica, presenta siempre electrones relativamente "sueltos". Al contrario de lo que parece indicar su nombre, un enlace doble no es dos veces más fuerte que un enlace sencillo; un químico orgánico sabe bien que este tipo de enlaces es considerablemente más reactivo que un enlace sencillo; ello es debido a que dos de los cuatro electrones que componen el enlace están, por decirlo así, mucho menos "ligados" que los dos electrones de un enlace sencillo.

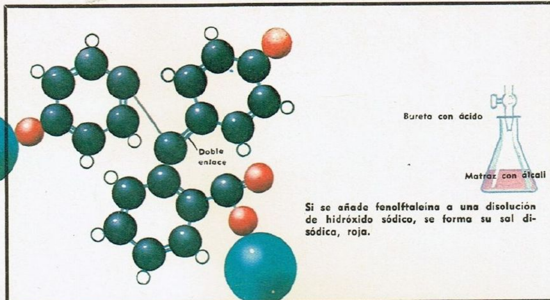
Un enlace simple $-\overset{|}{\underset{|}{C}}-\overset{|}{\underset{|}{C}}-$ absorbe luz en el ultravioleta lejano; un enlace doble $>C=C<$ absorbe luz en el ultravioleta próximo; los grupos azo $(-N=N-)$ y nitroso $(-N=O)$, entre otros, son ya capaces de absorber luz visible. Estos grupos que poseen la capacidad de absorber luz visible se denominan grupos *cromóferos* (portadores de color). Un colorante posee siempre grupos de esta especie.

Además, en una molécula que presente este tipo de grupos, es posible todavía aumentar la movilidad de sus electrones mediante adición de otros grupos especiales (lo más simple, "conjugando" entre sí distintos gru-

ORIGEN DE ALGUNOS COLORANTES NATURALES

Color	Nombre común	Origen	Nombre químico del componente activo
Negro	Palo de campeche	Haematoxilon campechianum (planta)	Hematoxilina
Azul	Pastel (glasto)	Isatis tinctoria (planta)	Índigo
Azul	Índigo	Indigofera tinctoria (planta)	Índigo
Amarillo	Genistina	Genista tinctoria (planta)	Genistina
Rojo (carmín)	Cochinilla	Coccus cacti (insecto)	Ácido carmínico
Rojo	Granza	Rubia tinctorum (planta)	Alizarina
Rojo (púrpura)	Púrpura de Tiro	Murex bandaris (caracol)	6,6-dibromoíndigo

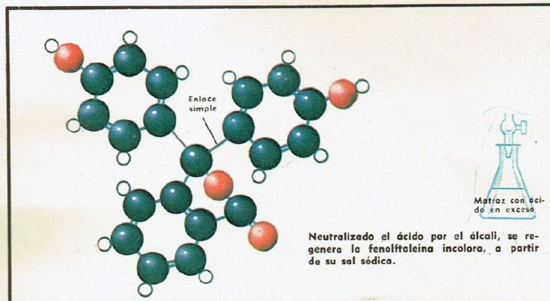
pos cromóferos). variando con ello el color de la luz absorbida por la molécula y su intensidad.
Los grupos capaces de acentuar el color se denominan *auxocromos* (intensificadores de color). En muchas ocasiones, para lograr esta intensificación de color es suficiente con poner la sustancia en contacto con un álcali o un ácido. En estos casos, la sustancia cuyo color varía (cromógeno) debe tener también carácter ácido o básico. La formación de sales metálicas (lacas, generalmente insolubles en agua) da lugar frecuentemente a variaciones considerables de color, atribuibles a variaciones en la distribución de electrones, que favorecen una mayor movilidad de los mismos.
Observemos que, de acuerdo con esta exposición, se puede considerar como cromóferos a grupos que por sí solos resultan incoloros; la única condición es que su absorción de luz se desplace hacia el visible mediante la adición de un grupo intensificador conveniente.



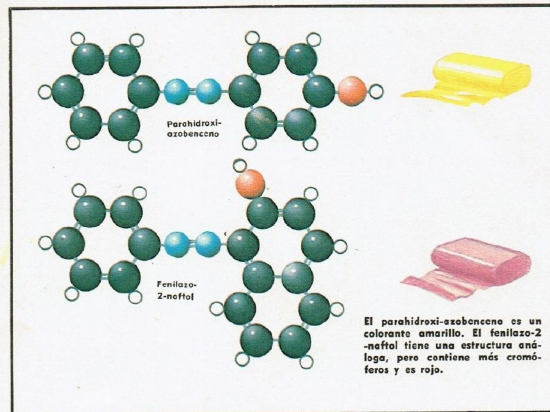
Si se añade fenolftaleína a una disolución de hidróxido sódico, se forma su sal disódica, roja.

MÉTODOS DE TEÑIDO

Sólo en pocos casos es posible fijar directamente un colorante sobre un tejido que se desea teñir. Las fibras de lana o seda natural se pueden teñir, en algunos casos, introduciendo simplemente el tejido en una disolución del colorante. La diferencia esencial entre éstas y muchas de las modernas fibras artificiales, que no pueden teñirse directamente, es atribuible a la naturaleza proteica de la lana o de la seda natural. Las proteínas presentes contienen grupos ácidos y básicos, que facilitan considerablemente la unión de la fibra con los colorantes.
Las fibras vegetales (algodón, lino, etc.) y la mayor parte de las artificiales, por el contrario, tienen carácter neutro. En este caso, la mayoría de las veces, el procedimiento seguido tiene por objeto formar directamente sobre la fibra el compuesto colorante, insoluble y fuertemente ligado. Para ello, la materia a teñir se trata primero con una sustancia a la que se llama *mordiente* (casi siempre un hidróxido metálico). Luego, el tejido tratado se introduce en una disolución del colorante; la reacción química entre el colorante y el ion metálico produce una laca insoluble que queda fuertemente adherida a la fibra.
Variando la naturaleza del ion metálico, pueden obtenerse distintos colores. Uno de los ejemplos más interesantes de este tipo es el de la alizarina (el colorante que se extraía antiguamente de la planta trepadora *Rubia tinctorum*), de color rojo, que suele utilizarse para teñir el algodón; si se utilizan sales de aluminio como mordiente, se obtienen teñidos en rojo; si se utilizan sales de hierro, se obtienen teñidos en violeta.
En otros casos, los colorantes son insolubles y no es posible fijarlos ni aun con ayuda de mordientes. Se emplea entonces para teñir el método llamado "de cuba". Para solubilizar el colorante, se le hace sufrir una reducción, con lo que generalmente pierde su color. Impregnado el tejido con la disolución del colorante, se oxida éste de nuevo, corrientemente por simple exposición al aire. Éste es el método que empleaban ya los egipcios, en la antigüedad, para teñir con el índigo, y que continúa siendo de utilidad actualmente, especialmente con los llamados *colorantes de indantreno*.
Se debe citar también que es frecuente que distintos colorantes se empleen para dar color a alimentos, drogas y cosméticos. En este caso, y con objeto de evitar un uso indebido, los gobiernos suelen publicar una relación de sustancias aceptables para este objeto, con especificación de las cantidades máximas toleradas en cada caso.



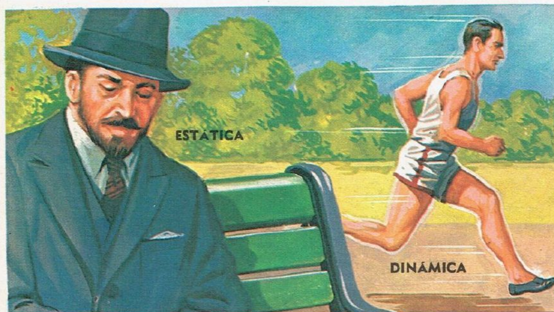
Neutralizado el ácido por el álcali, se regenera la fenolftaleína incolora, a partir de su sal sódica.



El parahidroxi-azobenceno es un colorante amarillo. El fenilazo-2-naftol tiene una estructura análoga, pero contiene más cromóferos y es rojo.

LA DINÁMICA

(resumen gráfico)



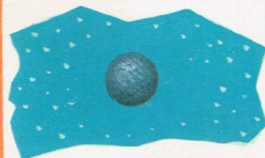
La dinámica estudia el movimiento, sus leyes y las fuerzas que lo provocan.



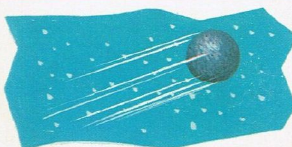
PRIMERA LEY DE LA DINÁMICA



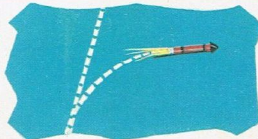
El movimiento está gobernado por las leyes de la dinámica. La primera ley describe el comportamiento de un objeto, si no existen fuerzas que actúen sobre él. Según ella, todo cuerpo permanecerá en estado de reposo o movimiento (rectilíneo y uniforme) si sobre él no actúa ninguna fuerza.



Esta partícula permanece estacionaria en el espacio, lejos de fuerzas gravitacionales, puesto que sobre ella no actúa ningún tipo de fuerza.



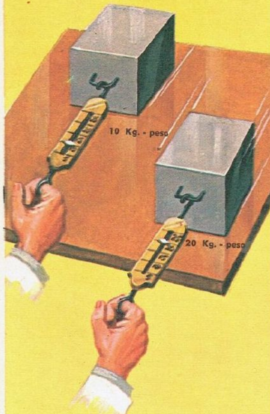
En las mismas condiciones, esta partícula en movimiento continuará moviéndose con velocidad uniforme, porque no actúa sobre ella ninguna fuerza.



La fuerza ejercida por la gravedad desvía al cohete de su trayectoria. Si no existiera dicha fuerza, el cohete seguiría indefinidamente en línea recta.

SEGUNDA LEY DE LA DINÁMICA

Un cuerpo es acelerado cuando sobre él actúa una fuerza constante. Esta aceleración es directamente proporcional a la magnitud de la fuerza e inversamente proporcional a la masa del cuerpo.



La aceleración de un mismo cuerpo es doble al aplicarle una fuerza dos veces mayor.



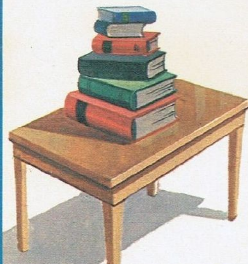
La aceleración es proporcional a la fuerza que la produce. Los tres ciclistas tienen aproximadamente la misma masa. El ganador ha conseguido una mayor aceleración, porque ha ejercido una fuerza más grande sobre los pedales.



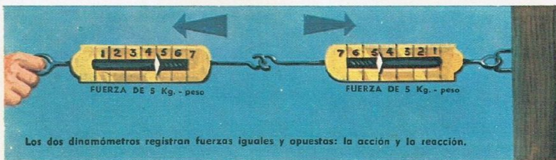
Es mucho más fácil empujar una carretilla vacía que una llena porque, al tener una masa más pequeña, la misma fuerza produce una aceleración mayor en la carretilla vacía. Sobre una masa doble, se producirá la mitad de aceleración. La aceleración es, pues, inversamente proporcional a la masa del cuerpo.

TERCERA LEY DE LA DINÁMICA

A toda fuerza (acción) se opone otra igual y contraria (reacción).



Los libros ejercen una fuerza hacia abajo, y no caen al suelo porque la mesa ejerce sobre ellos una fuerza de la misma magnitud y de sentido contrario.



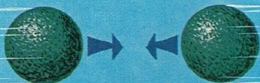
Los dos dinamómetros registran fuerzas iguales y opuestas: la acción y la reacción.



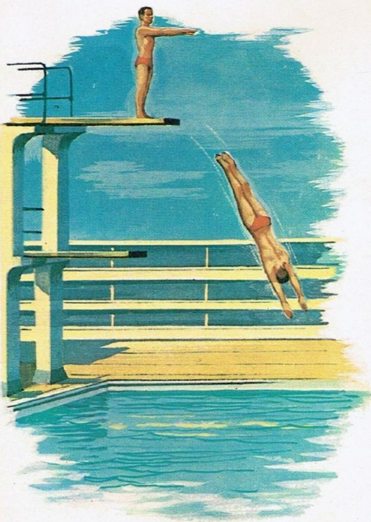
El bote se aleja de la orilla, cuando el hombre salta a tierra.

GRAVITACIÓN

Como todos los cuerpos materiales tienen masa, entre ellos se ejercen fuerzas de atracción. Estas fuerzas pueden producir movimiento y aceleración.



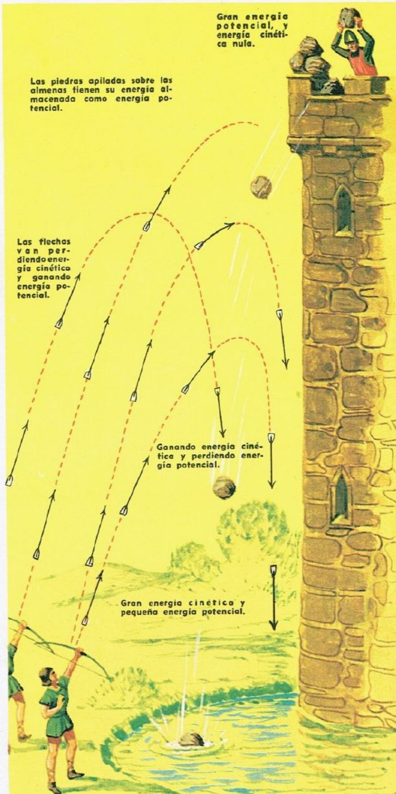
Estas dos partículas situadas en el espacio, lejos de otros campos, se aceleran mutuamente al ser atraídas por sus propias fuerzas gravitatorias. La magnitud de estas fuerzas atractivas depende de las masas de ambos cuerpos y de su distancia. La fuerza de atracción es directamente proporcional a su masa (a mayores masas mayores fuerzas) e inversamente proporcional al cuadrado de sus distancias. Si las partículas estuviesen separadas por una distancia doble, la fuerza de atracción sería la cuarta parte.



La fuerza de atracción que actúa sobre el bañista le comunica una aceleración de 9,80 metros por segundo en cada segundo. Cerca de la superficie de la Tierra, la gravedad comunica esta misma aceleración a todos los cuerpos que caen.

MASA Y PESO

Masa es la cantidad de materia que tiene un cuerpo y permanece invariable en cualquier parte: en la superficie de la Tierra o en el espacio exterior. Peso de un cuerpo es la fuerza de atracción gravitatoria que actúa sobre él. El peso de un cuerpo cambia cuando las fuerzas gravitatorias varían. En algún punto del espacio exterior, un cuerpo puede llegar a no pesar nada.



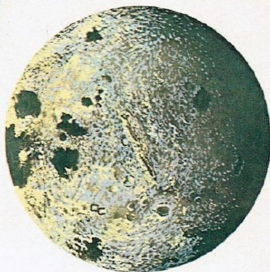
ENERGÍA CINÉTICA Y ENERGÍA POTENCIAL

La energía mecánica puede ser cinética (siempre asociada con cuerpos que se mueven) o potencial (energía dispuesta para ser usada).
Las flechas que se lanzan al aire pierden energía cinética, a medida que la atracción de la gravedad aminora su velocidad. Mientras suben, van ganando energía potencial, que vuelve a convertirse en energía cinética en su viaje de vuelta hacia la superficie de la Tierra.

LA LUNA

Seis de los nueve planetas principales mantienen bajo la influencia de su fuerte atracción gravitatoria a cuerpos planetarios más pequeños (satélites o lunas). El satélite de la Tierra figura, sin embargo, en una posición un tanto singular en el sistema solar. Es el único satélite cuyo tamaño es comparable al del planeta *padre*. El diámetro de la Luna (3.480 Km) es mayor que la cuarta parte del de la Tierra (12.750 Km).

La otra cara de la Luna. Mapa basado en las fotografías tomadas por la estación interplanetaria automática soviética Lunik 3, lanzada en octubre de 1959.





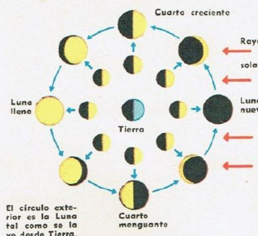
Cara de la Luna visible desde la Tierra.

Otros satélites de tamaño semejante (hay sólo cinco más grandes) pertenecen todos a los planetas gigantes (Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno) y resultan insignificantes en comparación con ellos. Titán, por ejemplo, el satélite más grande, tiene un diámetro de 5.600 Km, pero el planeta a que pertenece, Saturno, tiene un diámetro de más de 120.000 Km. La Luna, inseparable compañera de la Tierra, es el cuerpo celeste más cercano a ésta en el espacio. En números redondos está tan sólo a 385.000 Km de distancia, que, aunque pueda parecer considerable, no es mayor que "el alcance de una piedra", astronómicamente hablando. Un proyectil cohete que tardase un día para llegar a la Luna desde la Tierra, necesitaría más de un año para alcanzar el Sol, a la misma velocidad.

Para cerrar su órbita alrededor de la Tierra, la Luna necesita 27,32 días, y tarda exactamente el mismo tiempo en completar una vuelta girando alrededor de su eje. Por este motivo, una parte de su superficie no puede ser vista jamás desde la Tierra. Sin embargo, efectos de inclinación, reunidos colectivamente dentro del concepto de *libraciones*, hacen que resulten visibles unas cuatro séptimas partes de la superficie lunar a lo largo de una órbita, en vez de tan sólo la mitad.

La Luna gira alrededor de su eje a una velocidad absolutamente constante, pero no se mueve alrededor de la Tierra a una velocidad constante, debido a que su trayectoria no es perfectamente circular. La Luna se mueve con velocidad máxima cuando la distancia entre ella y la Tierra es menor, y con velocidad mínima cuando dicha distancia es mayor. Por consiguiente, durante el recorrido mensual, la posición orbital y la posición axial no están completamente acordes, y la Luna presenta a la Tierra una "cara" ligeramente cambiante. Como consecuencia de ello, es posible llegar a ver una pequeña zona más allá de los dos bordes de la Luna. Éste es un efecto de inclinación. Otro es que la órbita de la Luna alrededor de la Tierra está inclinada en algunos grados respecto de su ecuador, de modo que durante una parte del "mes" se hace visible una porción sobre el polo norte de la Luna, mientras que una quincena después se puede ver una pequeña región por debajo de su polo sur.

FASES DE LA LUNA



A causa del movimiento de la Luna alrededor de la Tierra, la porción de ella iluminada por los rayos del Sol cambia constantemente. Cuando la Luna, vista desde la Tierra, está en la dirección del Sol, no se puede ver prácticamente nada de la porción iluminada. Se dice entonces que es "Luna nueva". A medida que se mueve en torno de la Tierra, se va viendo, cada vez más, la porción iluminada, hasta llegar a un punto (justamente en la dirección opuesta a la del Sol) en que se ve toda la porción iluminada. En este momento se dice que es "Luna llena". En la otra mitad de su órbita va disminuyendo la porción iluminada visible, hasta que es otra vez Luna nueva. Éstas son las fases de la Luna.

LA CARA DE LA LUNA

Un paisaje totalmente desolado, más severo y más áspero que cualquier escenario terrestre, daría la bienvenida a un visitante de la Luna. Elevadas cadenas de montañas, imponentes picos dentados de más de 10.000 metros de altura se alzan sobre una superficie marcada con profundas hendiduras e innumerables cráteres, cubierta por una delgada capa de polvo de ceniza.

Uno de los caracteres más distintivos de la superficie lunar son los cráteres. Éstos varían de tamaño, desde pequeños hoyos hasta enormes depresiones de más de 100 Km. de ancho. Algunos están cercados por empinadas paredes que se elevan quizá a 5.000 metros sobre el piso del cráter y algunos kilómetros sobre la superficie general del "terreno". Otros son depresiones poco profundas con paredes de sólo algunos cientos de metros de altura. Muchos tienen pisos a nivel, pero en otros casos se puede ver en el centro un pico solitario.

El origen de los cráteres ha sido motivo de gran número de discusiones. Dos hipótesis principales se formularon a este respecto: la que los atribuía a un origen volcánico, y la que los explicaba como debidos a grandes colisiones de cuerpos, tales como meteoritos, contra la superficie lunar.

La teoría volcánica adquirió bastante crédito antes de que los científicos comprobaran que era un hecho cierto la caída de meteoritos sobre la Tierra; fue necesaria una larga discusión, que se prolongó durante un siglo, antes de que todos los astrónomos aceptaran que la mayoría de los cráteres eran debidos a choques. De hecho, como luego pudo demostrarse, se pueden también hallar sobre la superficie de la Tierra cráteres formados de un modo semejante. Uno de los más famosos, el cráter Meteoro, en Arizona, tiene 1.200 metros de ancho y 150 metros de profundidad. La razón de que la Tierra no esté marcada con cráteres, como la Luna, es porque el agua, el viento, y el hielo, han borrado en el trascurso del tiempo todas las huellas, excepto las de los cráteres más recientes.

Pero en la Luna no hay erosión alguna (ya que allí no existen el viento, el agua y el hielo), de modo que se guarda cuidadosamente la evidencia acumulativa de muchos millones de años de castigo meteórico. Esta falta de erosión explica también la aspereza del paisaje.

Actualmente se reconoce que existen también pequeños cráteres que no pueden ser debidos a choques y, por lo tanto, deben ser de origen volcánico, aun cuando su forma no es la de los volcanes terrestres. En este sentido, se plantea la cuestión de si la Luna se encontró en algún momento en forma de una masa fundida, a alta temperatura, o bien se formó a más baja temperatura a partir de materiales sólidos. Todos los indicios, resultantes de consideraciones de distintos tipos, parecen indicar que la Luna ha debido formarse a baja temperatura, si bien, desde luego, es posible que presente actualmente un interior parcialmente fundido. La fuente de calor quizá no es de origen residual primitivo; al igual que actualmente se acepta para el origen de los volcanes terrestres, se puede derivar de acumulaciones de materiales radiactivos.

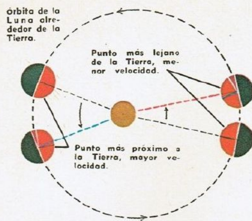
Otra interesante característica del paisaje lunar está constituida por la presencia de grandes áreas oscuras, que los primeros astrónomos creyeron que eran mares. Aunque actualmente se sabe que no son mares (no hay agua líquida en la Luna), continúan utilizándose los nombres antiguos. Un "mar" lunar es una especie de planicie seca situada a cierta distancia por debajo del nivel medio de la superficie. Así, por ejemplo, el océano de las Tormentas, que se sitúa totalmente a la izquierda en la fotografía de la superficie lunar.

Un poco más al centro, en la parte superior, se halla el mar de las Lluvias ("Mare imbricum"), con la bahía o golfo de los Iris, de forma semicircular, en su parte superior. En la parte de abajo, el mar de los Nublados.

El astrónomo Gilbert, estadounidense, fue el primero que estudió con gran detalle las características de la imponente colisión que dio lugar a la formación de uno de estos mares, la que se ha denominado "colisión imbria", por haber originado el mar de las Lluvias. Según todos los indicios, un enorme bólido, con un diámetro de más de 150 Km., incidió sobre la región del golfo de los Iris, procedente del noroeste, elevando una inmensa ola en todas las direcciones de la superficie lunar, pero especialmente en la dirección de su movimiento, esto es hacia el centro del disco visible de la Luna. La energía liberada por la colisión debió ser fabulosa. Se estima que sería del orden de unos cien millones de veces superior a la de los mayores terremotos conocidos en la Tierra o, si se prefiere una medida más "actual", ¡del orden de cerca de un billón de bombas atómicas! Un choque de esta magnitud debió producir efectos muy notables. La región afectada se pulverizaría hasta el grado de arena fina, una parte de la cual pudo extenderse sobre un área considerable. Grandes trozos de materia de la superficie lunar y del mismo meteorito fueron probablemente lanzados en alto para caer después en grandes bloques, formando varias masas montañosas. Trozos más pequeños, animados de grandes velocidades, produjeron surcos y estrías en la superficie, que se extienden a grandes distancias del área del choque.

En otras ocasiones la energía desarrollada por la colisión pudo originar la fusión de una parte del material, dando lugar a la formación de las corrientes de lava que parece ser la sustancia principal de algunos de los mares.

Este tipo de fenómenos se especula que pudieron ocurrir durante un período del orden de un millón de años, hace unos 4.500 millones de años. Posteriormente, los cuerpos que cayeron sobre la Luna fueron más pequeños, produciendo cráteres menores.



A causa de la variación de su velocidad orbital, es posible ver sendas porciones al otro lado de los bordes de la Luna.

Puesto que la Luna tiene una masa mucho menor que la de la Tierra (81 veces menor), ejerce una menor atracción gravitatoria. La intensidad de la gravedad sobre la superficie de la Luna es sólo la sexta parte de la existente en la superficie de la Tierra. Las consecuencias de esto resultarán, sin duda, interesantes para los visitantes lunares. Sería posible, por ejemplo, lanzar una piedra a casi un kilómetro de distancia, dar saltos de más de diez metros de altura y levantar pesos superiores a los que se levantan en la Tierra.

A pesar de su pequeño valor, la atracción de la Luna resulta claramente apreciable en la Tierra; esta atracción es la causa principal de las mareas. Pero la atracción gravitatoria se verifica en ambos sentidos y la fuerza atractiva de la Tierra tiene, naturalmente, un efecto mayor en la Luna, en donde levanta dos "combas" de marea en la roca sólida, una siempre frente a la Tierra, y la otra al otro lado.

Otra consecuencia de la pequeña fuerza de atracción ejercida por la Luna es el que ésta no posea una atmósfera. Por esta causa le resultó imposible a nuestro satélite el mantener junto a sí el aire que pudo haberle rodeado alguna vez, de modo que las sustancias gaseosas, e incluso el agua, escaparon al espacio vacío. Que la Luna no tiene aire (o casi no lo tiene), resulta patente durante una *ocultación,* cuando la Luna pasa por delante de una estrella. La estrella continúa brillando muy claramente hasta que, de pronto, desaparece detrás del "disco" de la Luna. Si ésta estuviera rodeada de una atmósfera, la estrella parpadearía y se debilitaría su luz antes de desaparecer totalmente, ocultada por la Luna.

Careciendo de una defensa atmosférica, la Luna presenta una oscilación en los valores de la temperatura, en su superficie, muchísimo mayor que las más grandes variaciones observadas en la Tierra. Durante el día, la temperatura a lo largo del ecuador pasa de los 100°C, mientras que durante la noche hace mucho más frío que en la Antártida en mitad del invierno. (Tanto el "día" como la "noche" lunares duran casi dos semanas terrestres.)

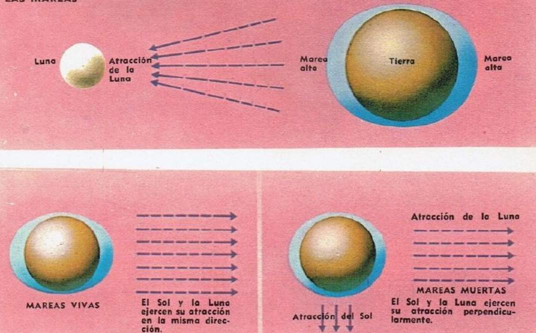
LAS MAREAS

La atracción gravitatoria de la Luna es la causa principal de las mareas. Al moverse alrededor de la Tierra, la Luna arrastra tras sí como una gigantesca ola de agua. Cuando esta "ola" alcanza una costa determinada, es "marea alta" en ese lugar; la "marea baja" se produce al alejarse la "ola".

Realmente, la Luna origina dos elevaciones simultáneas de la superficie del mar, una en el lugar más próximo a ella, y la otra en el más alejado. Esta segunda se puede explicar por la "falta" relativa de atracción gravitatoria: el núcleo terrestre resulta más fuertemente atraído por la Luna que la masa de agua que queda más lejana que, por este motivo, experimenta un "flujo" en la dirección contraria.

La marea "fluye" y "refluye" dos veces al día. El intervalo de tiempo efectivo entre dos mareas sucesivas, altas o bajas, es de 12 horas, 25 minutos. Esto puede parecer extraño considerando que la Luna emplea cerca de 28 días para girar alrededor de la Tierra; pero hay otro factor, que es el giro de la Tierra misma. El tiempo necesario para que un punto de la Tierra dé una vuelta completa, volviendo a su posición original bajo la Luna, es de 24 horas "más" 1/28 de 24 horas, o sea, aproximadamente, 24 horas y 50 minutos. Por ello, en este tiempo se producen dos mareas altas y dos bajas (pleamar y bajamar).

Estando tan lejos de la Tierra, el Sol no desempeña un papel tan importante en las mareas como la Luna. Pero la influencia de su atracción gravitatoria es todavía perceptible. Cuando la Luna y el Sol ejercen su atracción en la misma dirección, las mareas resultan más altas que de ordinario ("mareas vivas" o "mareas de primavera"); en cambio, cuando se compensan, por estar situados perpendicularmente, flujo y reflujo resultan menos importantes ("mareas muertas").



LA OTRA CARA DE LA LUNA

El "Lunik 3", estación espacial soviética que logró fotografiar la otra cara de la Luna y trasmitir a la Tierra, por radio, las fotografías obtenidas, nos ha permitido una fugaz visión del hemisferio hasta ahora desconocido de la Luna. Este hecho ha llegado a ser considerado como la mayor hazaña de exploración desde el descubrimiento de América por Cristóbal Colón. Como en aquel descubrimiento, la información hasta ahora conseguida nos da sólo una vaga idea de cómo es el "otro lado".

Por de pronto, parece claro que hay menos mares que en el hemisferio visible, lo cual, aunque inesperado, no puede considerarse sorprendente si se piensa que los grandes mares visibles pueden haber sido originados casi todos por dos o tres grandes colisiones.

El aspecto de la cara visible, desde luego, sería totalmente distinto si no hubiera ocurrido en ella la colisión imbria que, además del mar de las Lluvias, dio lugar también, probablemente, al océano de las Tempestades, el mar de los Nublados y otras regiones próximas.

Los mares que se pueden observar en el extremo izquierdo del mapa de la "otra cara", son visibles desde este lado; el superior es el llamado mar de las Crisis, el inferior es el mar de la Fertilidad. Un poco más adentro están, en el centro, el mar Regional y el mar de las Olas; y en la parte inferior, el mar Austral. Éstos, sólo parcialmente visibles desde la Tierra.

El centro de la cara invisible está ocupado por un mar de unos 300 Km. de ancho, aproximadamente, que ha sido bautizado con el nombre de mar de Moscú. El mar que se puede ver en la parte inferior derecha de la ilustración ha sido llamado mar de los Sueños, y a la cadena montañosa del centro se le ha dado el nombre de cadena de los Montes Soviéticos. Algunos cráteres más pequeños han sido bautizados con los nombres de varios científicos soviéticos y occidentales.

FORMA Y FUNCIÓN DE LA HOJA

Al barrer las hojas del otoño, querría uno saber por qué los árboles producen tal cantidad de ellas sólo para dejarlas caer en esa época; por qué las plantas tienen hojas y cuál es su finalidad. Las hojas son, en realidad, las *fábricas de alimento* de la planta: estructuras delicadas en las que tiene lugar el proceso vital de la fotosíntesis, que consiste en la fabricación de azúcares a partir de bióxido de carbono y agua.

Una hoja típica (por ejemplo, la del haya) consta de una parte plana, o *lámina*, y de un pedúnculo, llamado *pecíolo*, que la conecta con el tallo. No siempre existe el pecíolo, y en este caso se dice que las hojas son *sésiles*. La parte, algo hinchada, de donde emerge el pecíolo en el tallo, se llama *nudo*. Cada nudo puede tener varias hojas, dispuestas de tal manera que no se hacen sombra unas a otras.

El ángulo entre la hoja y el tallo se llama *axila* y normalmente contiene una yema. La forma de la unión entre la hoja y el tallo varia en diferentes tipos de plantas. La base de la hoja puede incluso circundar el tallo. Las hojas que forman ramilletes agrupándose sobre pequeños tallos subterráneos (por ejemplo, la margarita o el llantén) se llaman hojas *radicales* y se dice que forman una *roseta*.

Las primeras hojas de una planta son los *cotiledones* u hojas de la semilla. Las fanerógamas se dividen en *monocotiledóneas* o *dicotiledóneas*, según tengan una o dos hojas en la semilla, repectivamente. Los cotiledones no siempre salen a la superficie cuando la semilla germina, y, si lo hacen, se ve que son distintos que las verdaderas hojas.

La hoja está recorrida por numerosas *venas*, que señalan la posición de los vasos conductores que llevan agua y materiales alimenticios. En las dicotiledóneas, las venas forman una red; las de la mayoría de las monocotiledóneas corren la una paralelamente a la otra sin formar red, mostrando una *venación paralela*. Las hojas de las monocotiledóneas son comúnmente largas y algo estrechas, por ejemplo: las hierbas, los lirios y los narcisos.

Sin embargo, la forma de las hojas de las dicotiledóneas varía enormemente, según la disposición de las venas y el desarrollo de la lámina entre ellas. Si el margen de la hoja es liso —como en la hoja del ligustro— se llama *entera;* pero, con mayor frecuencia, el margen será *dentado;* la lámina, en este caso, no se desarrolla enteramente entre las venas principales o sus ramificaciones. Esta modificación tiene su máximo en las *hojas compuestas*, donde cada vena principal está rodeada de una lámina independiente o *folíolo*. Si existe una vena principal —la continuación del pecíolo—, la hoja compuesta es *pinnada* (ejemplos: el fresno y el rosal). Cuando hay varias venas principales, cada una con un folíolo, la hoja compuesta se llama *palmeada* (por ejemplo: las del castaño de Indias).

En la base del pecíolo se encuentran frecuentemente las *estípulas*. Éstas son unas expansiones que varían de forma, desde estructuras parecidas a las hojas (por ejemplo, en el rosal) hasta pequeñas escamas o, a veces, espinas.

Ramita de ligustro. Nótense las hojas enteras con una vena principal y las yemas axilares en la base de cada hoja.

(Izquierda): Venación "reticular" de una dicotiledónea, y (derecha) las venas paralelas de una monocotiledónea, como el lirio de los valles.

Hojas de rosal. Nótense los folíolos separados y las estípulas en la base.

Haywood

ESTRUCTURA DETALLADA DE UNA HOJA TIPICA

Internamente, el pecíolo es como un pequeño tallo. Los tejidos vasculares trasportan el agua y los alimentos entre la hoja y el tallo. Los vasos conductores están rodeados por un tejido de refuerzo. La lámina está cubierta por una película acelular cerosa (la *cutícula*), que es normalmente más gruesa en la superficie superior que en la inferior. La *epidermis*, que tiene el grosor de una célula, puede tener pelos o no.

Esparcidos por toda la superficie inferior, y apareciendo ocasionalmente en la superficie superior, se encuentran unos poros pequeñísimos llamados *estomas*, a través de los cuales circulan tanto el agua como el oxígeno y el bióxido de carbono entre el exterior y el interior de la hoja. Los estomas están limitados por células especiales (*células guardas*), que son sensibles a la humedad y controlan la abertura de los poros.

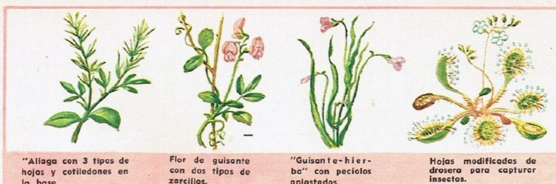
Debajo de la epidermis superior está la capa de *empalizada* de células rectangulares, que contienen muchos *cloroplastos*. Éstos son empaquetamientos de clorofila, que dan a la hoja su color verde, y en los cuales se verifica la fotosíntesis. La capa esponjosa contiene células de forma irregular y muchos espacios de aire que se conectan con los estomas. Las venas corren a través de los tejidos de la hoja llevando el agua y los materiales alimenticios. El *xilema* está sobre el *floema* y, generalmente, existe un tejido de refuerzo a cada lado de la vena. Las hojas que son enhiestas (por ejemplo, las del narciso) tienen, comúnmente, los estomas distribuidos en ambas superficies y tejidos de *empalizada* a los dos lados.

Las hojas que sobreviven al invierno (plantas perennes) y las plantas de las regiones desérticas, tienen cutículas más gruesas y están modificadas para resitir a la sequía. Los estomas quedan protegidos en el fondo de cavidades o por el enrollamiento de la hoja sobre sí. Las hojas de las plantas perennes tienen también más tejido de refuerzo para resistir los vientos fuertes.

CAÍDA DE LAS HOJAS

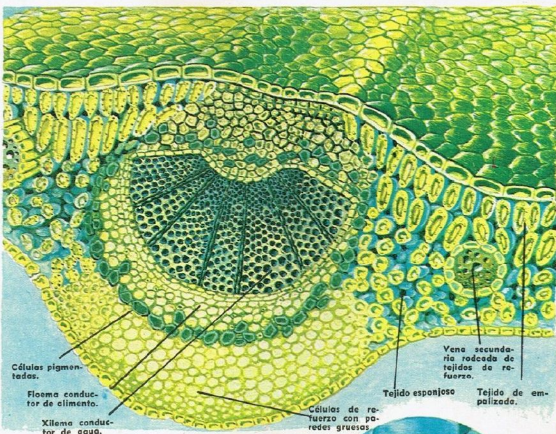
Las hojas son reemplazadas periódicamente en todas las plantas —incluso en las perennes y en las plantas tropicales—, pero en estos casos las hojas no se desprenden todas a la vez. Cuando una hoja va a ser reemplazada, se forma una capa de sustancia suberosa entre ella y el tallo. Cuando esta *capa* de

abscisión está completa, la hoja queda conectada con el tallo sólo por los tejidos vasculares. Éstos se rompen con el viento o por efectos de una helada, y la hoja cae, dejando una marca o cicatriz sobre el tallo.
La caída de la hoja es, por lo tanto, un proceso vital que implica la formación de tejidos especiales. Las ramas muertas no dejan caer sus hojas. Antes de la caída, la hoja se cubre, a menudo, de ricos colores: los rojos y oros del otoño. Estos colores están asociados con cambios químicos que acompañan la eliminación de materiales alimenticios de la hoja.

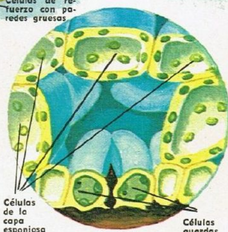


VARIACIONES EN LA FORMA DE LAS HOJAS

La típica hoja verde y plana está frecuentemente modificada para otros fines. Las plantas conocidas con el adjetivo de *suculentas*, tienen hojas carnosas y gruesas que actúan como depósitos de agua. Suelen presentarlas las plantas que viven en regiones donde las lluvias son irregulares. Hay hojas que almacenan alimentos en los bulbos (por ejemplo, la cebolla). En estas hojas carnosas, las reservas alimenticias duran hasta la próxima estación de crecimiento.
Los zarcillos son órganos trepadores que se enroscan alrededor de los soportes. Pueden ser tallos modificados, hojas o estípulas. Los del guisante de olor son folíolos modificados. Las plantas que cazan insectos, para aumentar así su provisión alimenticia, tienen hojas modificadas especialmente para atraerlos y atraparlos.
Las hojas pueden quedar reducidas a espinas (por ejemplo, en la aliaga), encargándose el tallo de la fotosíntesis. Las plantas jóvenes de aliaga, sin embargo, tienen hojas normales. Las escamas que recubren las yemas invernales (por ejemplo, en el castaño de Indias) son también hojas modificadas, y, como se verá en un próximo artículo, los pétalos y otras partes de la flor se consideran, análogamente, modificaciones de las hojas.
Ocasionalmente hay carencia absoluta de hojas, siendo el tallo el que desempeña la función fotosintética. Así ocurre en el "guisante-hierba" (una especie de *Lathyrus* parecida al guisante de olor), en el que los pecíolos permanecen y son muy parecidos a las hojas de la hierba.



Corte esquemático que muestra la estructura de la vena principal y la lámina de la hoja. (Derecha) Vista en detalle de un estoma y de las células circundantes.





La hoja simple (izquierda) tiene una vena principal. La hoja de roble (centro) es dentada e intermedia entre la hoja entera y la pinnada compuesta (derecha).

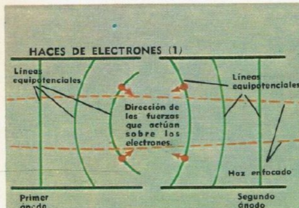


La hoja, casi entera (izquierda), tiene varias venas principales ("palmeada"). La hoja palmeada compuesta del castaño de Indias es la etapa final de desarrollo de este tipo de hojas.

HACES DE ELECTRONES

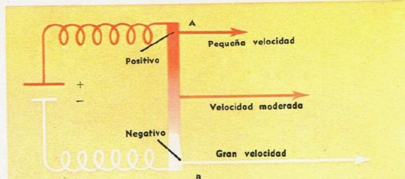
Ha sido ya demostrado que pueden producirse electrones calentando un filamento metálico que ha sido recubierto con una mezcla de óxidos de estroncio y de bario. Los electrones desprendidos escapan de la superficie cilíndrica cuando ésta alcanza una determinada temperatura. Así se produce una "nube" de electrones, que se dirige hacia el ánodo. En el tubo de rayos catódicos, se precisa un *haz* de electrones, por lo que en este caso la mezcla de óxidos se dispone recubriendo un casquete, como se indica en la figura. En lugar de un ánodo que rodea cilíndricamente al cátodo, como era el caso en la válvula diodo, el tubo de rayos catódicos cuenta al menos con dos ánodos alineados con el cátodo.

¿Por qué debe usarse la extraña mezcla de óxidos de estroncio y bario para cubrir el cátodo? Todos los metales, y muchas otras sustancias, emiten electrones si se calientan suficientemente. La cantidad de calor necesaria para que se produzca este hecho depende de cada sustancia, resultando óptima aquella que emita el mayor número de electrones con la menor cantidad de calor. La sustancia más eficiente, según se ha comprobado, es la mezcla de óxidos citada.



HACES DE ELECTRONES (1)

Para comprender por qué los ánodos enfocan un haz de electrones, debemos investigar cómo actúan sobre un electrón que se encuentre en su interior. Para ello, es muy útil formar las llamadas superficies equipotenciales, obtenidas uniendo todos aquellos puntos que se encuentran al mismo potencial. Estas superficies se indican esquemáticamente (dibujadas en verde) en la figura, para dos ánodos, donde el voltaje del segundo es mucho más alto que el del primero (como sucede en un tubo de rayos catódicos).
Las superficies equipotenciales son importantes, debido a que la dirección de la fuerza sobre un electrón (éste está siendo atraído por los ánodos positivos) es siempre perpendicular a la superficie equipotencial en que el electrón está situado. La fuerza actúa hacia el interior de la curva, como se indica en la figura, para los electrones situados en A, B, C, D. Así, todos los electrones componentes del haz son obligados a trasladarse hacia la zona central de los ánodos, mientras pasan de uno a otro, y todos al final se dirigen al mismo sitio de la pantalla, para aparecer como un punto luminoso bien nítido. En otras palabras: el haz de electrones ha sido enfocado.

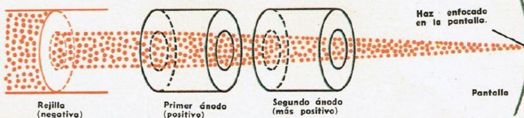


HACES DE ELECTRONES (2)

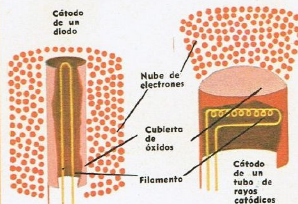
El cátodo de una válvula o de un tubo de rayos catódicos se calienta casi siempre indirectamente; es decir, el filamento, que se pone al rojo por un circuito auxiliar, no está conectado directamente con el cátodo. Si se aplicara una tensión al cátodo directamente para calentarlo, un lado de la placa (A) estaría a un potencial más alto que el otro (B). Como los electrones se mueven desde el cátodo al ánodo, que es positivo, y la velocidad con que se mueven depende de la diferencia de potencial entre los dos electrodos, los electrones de una parte del cátodo se moverían más rápidamente que los del otro. En el tubo de rayos catódicos, esto se traduciría en una diferencia de intensidad en la mancha luminosa producida en la pantalla, que no es de desear. Esta dificultad se supera calentando el cátodo por radiación, con un filamento colocado cerca de él. De este modo, todos los puntos de la superficie del cátodo se encuentran al mismo potencial, y todos los electrones que emita serán acelerados igualmente. En el tubo de rayos catódicos, los electrones llegan al ánodo con tal velocidad que pasan a través del orificio central, en vez de separarse e ir a parar a la superficie metálica que forma el ánodo, como lo hacen en el caso de las válvulas.

CÓMO SE ENFOCAN LOS HACES DE ELECTRONES

Las placas del ánodo tienen forma de cilindros cerrados con dos pequeños orificios cortados en sus bases para dejar pasar sólo a los electrones que componen el haz central. Aunque los ánodos están cargados positivamente, estrechan el haz electrónico, enfocándolo, en vez de extenderlo, como podría esperarse.



COMO SE PRODUCEN





Las ondas del sonido difieren, entre otras cosas, de las de la luz en que son ondas longitudinales, mientras que estas últimas son ondas trasversales. Las ondas sonoras son compresiones y expansiones de la sustancia (generalmente aire) a través de la que se propagan. Interferirán constructivamente cuando coincidan las compresiones o las expansiones y destructivamente cuando éstas se compensan con las primeras.

En este experimento, la onda sonora emitida se divide en dos, que recorren diferentes trayectos antes de reunirse en el auricular. Cuando se ajusta el trayecto inferior, de forma que su longitud supere al otro en media longitud de onda del sonido emitido, las dos ondas interferirán destructivamente (la compresión de una compensa la expansión de la otra) y no se percibe ningún sonido en el auricular.

INTERFERENCIAS

En general, si se combinan dos rayos de luz de la misma intensidad, se obtiene otro de intensidad doble. Así, por ejemplo, cabe esperar que dos bombillas de 100 vatios iluminen el doble que una sola. Las cosas no son siempre tan sencillas, ya que en circunstancias especiales dos rayos de luz de una intensidad dada pueden combinarse de forma que produzcan zonas de oscuridad total.

Este fenómeno, conocido con el nombre de *interferencias,* se debe al carácter ondulatorio que presenta la luz, la cual se propaga rectilíneamente con una velocidad de 300.000 Km/seg. y sus ondas vibran 500.000.000.000.000 de veces cada segundo. Si los máximos y mínimos de las ondas de ambos rayos de luz coinciden, la intensidad del rayo resultante se refuerza, produciendo consecuentemente una intensidad mayor. En este caso, se dice que los dos rayos están *en fase.* Pero si los dos rayos de luz se combinan de forma que mientras uno de ellos se encuentra en un máximo, el otro atraviesa por un mínimo, es decir, si están *fuera de fase,* el rayo resultante presentará una intensidad nula. Cuando las ondas se refuerzan se produce, pues, una *interferencia constructiva* y cuando se compensan, una *interferencia destructiva.*

Por la pequeña longitud de las ondas luminosas, son difíciles de detectar los fenómenos de interferencias. Estos fenómenos son una característica general de todo movimiento ondulatorio, y sus efectos pueden verse más fácilmente examinando las ondas del agua, las cuales, aunque se propagan mucho más lentamente que las de la luz, presentan un comportamiento similar.

Si se produce una perturbación en la superficie de un estanque en calma, se forman ondas que comienzan a propagarse radialmente. Si se producen dos perturbaciones en el mismo estanque, las ondas procedentes de uno de los focos interfieren con las del otro. En aquellos puntos en los que las "crestas" de uno de los trenes de ondas coincidan con los "valles" del otro, las ondas desaparecerán.

La desaparición será completa si las dos perturbaciones son de igual intensidad, es decir, si las amplitudes de las vibraciones de los dos trenes de ondas son iguales. Por otra parte, esta situación será estacionaria si ambos trenes tienen la misma longitud de onda (distancia entre dos crestas vecinas).

Las dos condiciones son válidas para que dos rayos de luz se combinen y den lugar a zonas oscuras. Los dos focos luminosos deben tener la misma intensidad y la misma longitud de onda, es decir, han de ser monocromáticos, ya que las ondas luminosas de colores distintos presentan longitudes de onda diferentes.



Cuando un máximo de un tren de ondas coincide con un mínimo del otro, la superficie del agua permanece plana.

Ondas reforzadas: los máximos coinciden.

Ondas compensadas: los máximos coinciden con los mínimos.

En el punto donde se encuentran, las intensidades de los dos trenes de ondas se compensan, anulándose.

Cuando dos ondas luminosas se combinan, de forma que los máximos coinciden, sus intensidades se refuerzan, o interfieren constructivamente.

En el punto donde se encuentran, las intensidades se refuerzan.

La intensidad de la onda resultante es la suma de las intensidades de las dos ondas primitivas.

Cuando dos ondas luminosas se combinan, de forma que los máximos de una coincidan con los mínimos de la otra, la intensidad resultante se anula, es decir, "interfieren destructivamente".

El problema de obtener figuras de interferencia se reduce, pues, a dividir un rayo de luz en dos, haciendo que uno de ellos recorra una distancia ligeramente mayor que el otro, volviéndolos a combinar posteriormente. Uno de los más sencillos métodos de conseguirlo, es el de reflejar un rayo de luz en una fina cuña de vidrio. Parte de la luz recibida es reflejada por la primera superficie que presenta el vidrio, el resto pasa a su través, se refleja en la otra superficie y vuelve a salir al exterior.

Este método, introduce la complicación de que cuando el rayo de luz se refleja en la segunda superficie (en el interior del vidrio), cambia automáticamente su *fase*, y los máximos incidentes se reflejan como mínimos. El segundo rayo de luz ha recorrido una distancia adicional a través del vidrio, de forma que sus ondas quedan ligeramente retrasadas con respecto a las ondas reflejadas directamente por la primera superficie.

Si esta distancia adicional es ½ de la longitud de onda de la luz, o 1 ½, 2 ½, 3 ½ . . . etc., veces la longitud de onda (los ½ adicionales son el resultado del cambio de fase por reflexión en la segunda superficie), los dos rayos interferirán constructivamente. Si la diferencia adicional es un número entero de longitudes de onda, los dos rayos interferirán destructivamente. En la cuña aparecen, entonces, estrechas franjas en las que la luz que se refleja ha interferido destructiva y constructivamente. Estas franjas se conocen con el nombre de *figuras de interferencia*. Generalmente, están demasiado juntas para poder ser apreciadas a simple vista. Por lo tanto, es indispensable observarlas con el auxilio del microscopio.

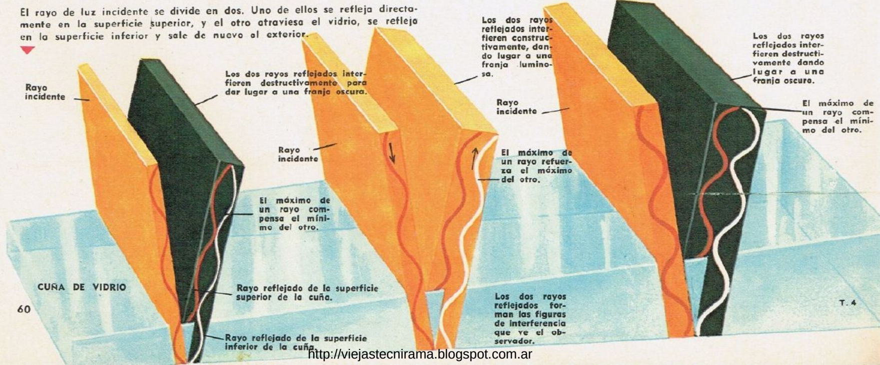
Si la cuña se ilumina con luz monocromática (de un solo color), se producen franjas coloreadas y oscuras muy nítidas. Una buena fuente de luz monocromática puede ser la luz amarilla que produce la sal común al quemarse en un mechero Bunsen. Si se utiliza luz blanca ordinaria, se obtienen franjas blancas ribeteadas con los colores del espectro. Esto es debido a que la luz blanca es una mezcla de luces de colores diferentes (distintas longitudes de onda). Puesto que la situación de las zonas donde la luz interfiere constructiva y destructivamente depende de la longitud de onda, las luces de distintos colores, componentes de la luz blanca, formarán sus áreas oscuras y coloreadas en diferentes posiciones.

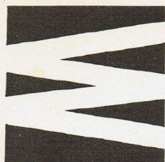
Es posible obtener franjas de interferencia que estén separadas por una distancia que pueda ser medida. Dado que ésta depende directamente de la longitud de onda de la luz que se utilice, la medida de dichas distancias con un microscopio ordinario proporciona un método para determinar longitudes de onda.

La luz procedente de dos focos luminosos interfiere, sin duda, pero sus efectos no son nunca visibles. Ello es debido a que ninguna fuente luminosa produce una onda *continua*, sino que emite ondas en forma de pequeñas y cortas pulsaciones. Es casi imposible encontrar dos focos luminosos que presenten la misma sucesión de pulsaciones en todo momento. De forma que, aunque coincidan perfectamente máximos y mínimos de ambos rayos para una de estas cortas pulsaciones, no sucederá lo mismo a la siguiente, pues ésta habrá comenzado a distintos instantes en cada caso. Como las pulsaciones emitidas por segundo son muy numerosas, su gran rapidez no permitirá que el ojo capte las alteraciones de la intensidad luminosa.

Ambos rayos de luz deben proceder de la misma fuente, de manera que las pulsaciones luminosas empiecen y acaben a la vez, y entonces se dice que son *coherentes*. Si en el punto donde se encuentran, uno de los rayos ha recorrido una distancia ligeramente mayor, sus máximos quedarán un poco retrasados con respecto a los del otro. Cuando se retrase lo suficiente para que coincidan sus mínimos con los máximos del segundo rayo, interferirán destructivamente.

El rayo de luz incidente se divide en dos. Uno de ellos se refleja directamente en la superficie superior, y el otro atraviesa el vidrio, se refleja en la superficie inferior y sale de nuevo al exterior.





NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

A LA CAPTURA DE PLANETOIDES NATURALES

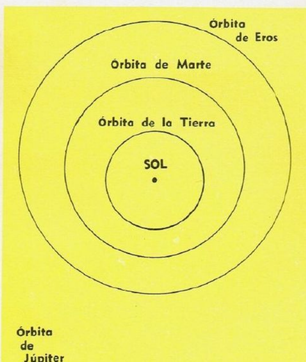
Los planetoides o asteroides son pequeños planetas que se encuentran girando alrededor del Sol en órbitas comprendidas, en la mayor parte de los casos, entre Marte y Júpiter. Brillan en el cielo como estrellas de muy débil magnitud, y sólo algunos pueden observarse a simple vista en la época de su mayor proximidad.

Las verdaderas dimensiones de los planetoides oscilan entre límites muy amplios, ya que el mayor tiene un diámetro de 884 Km. y el menor no llega quizás a los 10 Km. La masa conjunta de todos ellos es igual, a lo sumo, a la cuarta parte de la masa terrestre. Probablemente, los planetoides no son todos esferoidales como los planetas mayores, según se ha podido deducir de medidas de luminosidad obtenidas.

Mucho tiempo antes de que se descubrieran se había sospechado ya su existencia, porque entre Marte y Júpiter había un hueco demasiado grande, por lo que su descubrimiento no causó mucha sorpresa a los astrónomos.

Sobre su origen se han formulado distintas opiniones: unos creen que se trata de fragmentos de un planeta mayor que había circulado anteriormente entre Marte y Júpiter, y otros opinan que representan la disgregación de una nebulosa anular que se extendería en el citado espacio intermedio.

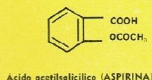
El planetoide denominado Eros presenta características especiales: su órbita no cumple la ley general, sino que cruza la órbita de Marte, quedando situado en su perihelio entre este último planeta y la Tierra. Tiene forma de pera y su diámetro mayor mide unos 23 Km. Estas características lo hacen especialmente apropiado para que la NASA esté considerando uno de los proyectos más audaces propuestos hasta el momento: convertir el planetoide Eros en satélite de la Tierra para utilizarle posteriormente como base espacial y estación interplanetaria de enlace y observación.



Se piensa que esta operación pueda realizarse en dos fases. Primeramente, una nave espacial tripulada habría de posarse en Eros, a fin de plantar allí una carga explosiva, sobre la que se actuaría posteriormente desde la Tierra. Cuando Eros se encontrara en su posición más alejada del Sol (afelio) una explosión nuclear del orden de mil toneladas de TNT obligaría a que su órbita sufriera una deflexión hacia la Tierra. En la segunda fase, una explosión más poderosa que la primera trasformaría definitivamente al asteroide en un satélite de nuestro planeta. Quizá podamos ser testigos de esta asombrosa operación.

LOS MILAGROS DE LA ASPIRINA

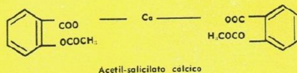
Los extraordinarios efectos de la aspirina, la droga **más** consumida en el mundo, son bien conocidos por todos. Sólo en los EE.UU. la producción de aspirina en 1962 fue de 12,2 millones de kilos. A pesar de esta masiva aceptación de la aspirina como analgésico, o mitigador del dolor, su mecanismo de acción no es todavía exactamente conocido. Ha sido siempre más fácil catalogar sus amplias aplicaciones para vencer las enfermedades más comunes, que explicar su mecanismo de acción.



Ácido acetilsalicílico (ASPIRINA)



Acetil-salicilato sódico



Acetil-salicilato cálcico

Las sales de aspirina son más solubles, se absorben más rápidamente en el torrente circulatorio y son menos dañinas al sistema digestivo.

Como analgésico mitiga el dolor, rápida y efectivamente. No produce hábito, como lo hace la morfina, pudiendo, por tanto, ser usada en el tratamiento cotidiano de dolores de cabeza, neuralgias, jaquecas, etc. Como antipirético, la aspirina rebaja la fiebre, incrementando el sudor y el riego sanguíneo. Como antirreumático, reduce la inflamación y el dolor de las articulaciones, y permite incrementar la movilidad. Como tratamiento para la gota, añade a los efectos anteriores el que induce la excreción de ácido úrico, disminuyendo los depósitos de ureato.

La utilidad de la aspirina es un hecho categórico. Si la naturaleza exacta de su acción biológica no está hoy perfectamente conocida, es debido al escaso conocimiento que poseemos de la bioquímica de las respuestas defensivas, tales como dolor, fiebre o inflamación, que la enfermedad provoca en el cuerpo. El organismo humano opone automáticamente a la enfermedad un mecanismo de defensa en cierta manera desproporcionado. La función general de la aspirina parece ser la moderación y control de las reacciones defensivas a las distintas formas de enfermedad.



CORREO DE LECTORES

EL RUIDO ELECTRÓNICO

A. O. — Quisiera saber a qué es debido el ruido que presentan los aparatos de registro gráfico con amplificador electrónico.

El **ruido electrónico** es debido a que los electrones se mueven en un metal en forma similar a como lo hacen las moléculas de un gas. Los electrones presentan grandes velocidades de agitación térmica. A través de una sección de un hilo conductor, los electrones se mueven muy rápidamente en ambas direcciones, de forma que la corriente que resultaría, si este movimiento fuese en una sola dirección, sería incomparablemente mayor que la producida por cualquier fuerza electromotriz.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

Estos movimientos al azar de los electrones no producen corriente neta alguna, pero en distintos instantes alcanza pequeños valores, fluctuando constantemente su magnitud y signo. Si conectamos un amplificador a los terminales de una resistencia y llevamos la señal de salida a un registro gráfico, como en el caso a que usted se refiere, podemos visualizar este movimiento incesante de los electrones. Si la señal de salida la llevamos a un altavoz, se oirán una serie de sonidos que sólo pueden calificarse de ruidos. He aquí una posible justificación de su denominación.

CONSULTAS AGRUPADAS

G. del R. — No. El **parpadeo de las estrellas** es simplemente debido a cambios locales muy rápidos de la densidad de la atmósfera, la cual se interpone entre nosotros y ellas. Estas fluctuaciones de densidad producen cambios repentinos en la dirección e intensidad de los rayos luminosos que nos envían las estrellas.

E. B. — Aunque le parezca lo contrario, la **velocidad del sonido** en el aire es menor que en el agua, y menor aún que en el sólido que usted cita: el acero. Puede demostrarse que la velocidad del sonido es inversamente proporcional a la densidad del medio en que se trasmite, y directamente proporcional al módulo de elasticidad, el cual es un índice de la fuerza necesaria para comprimir una sustancia.

Aunque la densidad del aire es menor que la del agua y la del acero, al ser mucho menor su módulo de elasticidad (es decir, al ser mayor su compresibilidad), el cociente de las dos variables resulta más pequeño para el aire que para el agua y el acero.

A. G. — **El jabalí**, como los cerdos, es un típico animal **omnívoro.** Lo mismo come berzas, castañas, bellotas, que insectos, gusanos, ratas, etc. Su dentadura responde perfectamente a este régimen alimenticio. Los caninos (o colmillos), tan desarrollados en los jabalíes adultos, tienen principalmente una misión defensiva. Atacan al ganado cuando están hambrientos, y a los cazadores cuando son acosados.

Con respecto a su segunda pregunta, referente a **la influencia de la alimentación** en los caracteres de los animales, cederemos la palabra al Premio Nobel Dr. Alexis Carrel:

"La estructura del hombre y sus funciones dependen también de la selección que hace de ciertos elementos entre los alimentos vegetales y animales que están a su disposición. Los jefes tuvieron siempre una alimentación muy diferente de la de sus esclavos. Los que luchaban, mandaban y conquistaban, empleaban principalmente carnes y bebidas fermentadas; mientras que los pacíficos, los débiles y los sometidos, se conformaban con leche, vegetales, frutas y cereales. Nuestras aptitudes y nuestro destino vienen, en cierto modo, de la naturaleza de las sustancias químicas que constituyen nuestros tejidos. Al parecer, es posible dar artificialmente a los seres humanos, igual que a los animales, determinadas características mentales y corporales, desde la infancia, con una dieta apropiada."

Y PARA CONCLUIR...

SEAMOS ALEGRES

El optimismo, la eterna sonrisa y la carcajada estruendosa son tres buenos puntales en los que se basa la moderna psicoterapia. Son numerosos los psicólogos y psicoterapeutas que han realizado pruebas experimentales sobre la risa como elemento curativo.

La emoción risueña, la alegría y la risa originan en el ser humano una serie de estímulos favorables en el sistema nervioso vegetativo y en el sistema nervioso central, actuando, incluso, en las porciones más elevadas y complejas del cerebro.

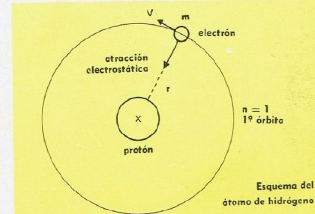
Cuando una persona se ríe, se animan sus funciones respiratorias y circulatorias, y se acentúa la eliminación de toxinas. A la vez, se multiplican en número los leucocitos o glóbulos blancos de la sangre, que organizan una extensa y tupida barrera defensiva contra los microbios. Por otra parte, en la esfera psíquica, se disipan las ideas pesimistas y el mal humor, disminuyendo las emociones negativas, como la ira, los celos, la envidia, el terror, que corroen la tranquilidad del espíritu.

No queda más remedio: seamos alegres.

SEPAMOS CÓMO SE CALCULA

El radio de la primera órbita del átomo de hidrógeno. — Como es sabido, un átomo puede compararse a un sistema solar en miniatura. El centro, o núcleo, es relativamente pesado y estacionario, mientras que los electrones giran alrededor, en forma similar a como los planetas giran alrededor del Sol. En general, las distancias electrón-núcleo son del orden de 10^{-8} cm.

En un átomo la fuerza que mantiene a los electrones en sus órbitas no es gravitatoria, sino de naturaleza electrostática, ya que el protón (único componente del núcleo en el átomo de hidrógeno) y el electrón tienen cargas contrarias.



Esquema del átomo de hidrógeno

Al igual que la fuerza gravitatoria, la electrostática es inversamente proporcional al cuadrado de las distancias. Teniendo en cuenta que en una órbita circular la fuerza centrípeta está constituida por esta fuerza de atracción electrostática, e introduciendo el postulado de Niels Bohr, que establece que el momento angular del electrón en una órbita circular está cuantificado, es decir, sólo puede alcanzar valores enteros de $h/2\pi$ (h es la constante de Planck), obtendríamos la siguiente expresión:

$$r = n^2 \frac{h^2}{4\pi^2 m e^2}$$

que nos permite hallar para la distancia requerida el valor de $5.28.10^{-9}$ cm., sustituyendo las constantes **n** (en este caso es igual a 1, por ser la primera órbita), **h** (constante de Planck), **m** y **e** (masa y carga del electrón) por sus valores respectivos.

FRASE DE LA SEMANA

Dijo J. H. Hildebrand, científico estadounidense: "Un científico es esencialmente una persona que puede resolver problemas, no una persona saturada de información"

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

País	Moneda	Precio
ARGENTINA,	Pesos	30.—
*COLOMBIA,	Pesos	2,50
*COSTA RICA,	Colones	2.—
*CHILE,	Escudos	0,75
*EL SALVADOR,	Colones	1.—
ESPAÑA,	Pesetas	18.—
*GUATEMALA,	Quetzales	0,30
*HONDURAS,	Lempiras	0,60
*MÉXICO,	Pesos	3,50
*NICARAGUA,	Córdobas	2.—
*PANAMÁ,	Balboas	0,30
PERÚ,	Soles	10.—
*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
URUGUAY,	Pesos	4.—
*VENEZUELA,	Bolívares	1,25

Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 3 de agosto de 1964

Nº 43

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



SUPERVISOR CIENTIFICO DE LA VERSION CASTELLANA:
Jesús MORCILLO RUBIO, doctor en ciencias y catedrático de la Universidad de Madrid.

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO:
M. ARON (Prof. de la Facult. de Medicina de Estrasburgo), gusto y olfato. Doctor Henry H. STORCH (Profesor de Química, Universidad de Nueva York), fabricación de la sosa cáustica. Cyrus FELDMAN (Lab. Oak Ridge), estroncio y bario. Prof. E. KARSTEN (Berlín), la base tiempo de un osciloscopio. A. Carl LEOPOLD (Prof. Fisiología y Botánica), la flor. Prof. Richard K. MOORE (Decano Dep. Ing. Electrónica, Univ. New México), las válvulas y su funcionamiento. Dr. David D. PERKINS (Dpto. Ciencias Biológicas, Univ. Stanford), obtención y teñido de cortes. Maurice PONTE (Creador del primer radar decimétrico y de la teoría del magnetrón), imanes. Prof. Lewis S. RAMBSDELL (Dpto. Mineralogía, Univ. Michigan), materiales magnéticos. Prof. Horace A. BARKER (Departamento de Biología, Universidad de Harvard), la flor. Dr. Harry H. SISLER (Prof. y Decano Dpto. Química, Univ. Florida), fabricación de la sosa cáustica. Dr. Karl R. SPANGERBERG (Ingeniero consultor), las válvulas y su funcionamiento.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada uno, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicado en Argentina por
EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES

AÑO I
TOMO IV
Nº 43

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana, Carrera 7ª Nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S.A., Santo Domingo 1175, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela DC. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. Responsable Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S.A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** C. A. Venezolana de Publicaciones, Principal a Santa Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA

IMANES: Un imán de herradura mostrando las líneas de fuerza que produce. Abajo, a la izquierda, brújula de inclinación magnética.

Correo Argentino Central B | TARIFA REDUCIDA | CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Moldes de silicona. — En los últimos años se ha desarrollado una gran variedad de sustancias plásticas, en cuyas moléculas figura el silicio, que reciben el nombre genérico de siliconas. Una nueva modalidad, denominada RTV y producida por la General Electric, ha demostrado ser especialmente valiosa para la confección de moldes y posterior reproducción del positivo.
Recientemente, cerca de 400 Kg. de silicona RTV líquido fueron utilizados para reproducir a tamaño natural los murales prehistóricos de las Cuevas de Altamira. Para ello, se extendió sobre el original esta especie de cera y se dejó endurecer, obteniéndose así una cáscara de aproximadamente 46 metros cuadrados y 3 ó 4 cm. de espesor, que contenía los más mínimos detalles del techo de la famosa cueva. La "cáscara" obtenida no es rígida, sino que es una película flexible, de forma que una vez separada del original puede enrollarse y trasportarse con facilidad.
En el Deutsche Museum de Munich se exhibe ahora una copia fidelísima de estas cuevas prehistóricas, obtenida a partir del negativo de silicona.

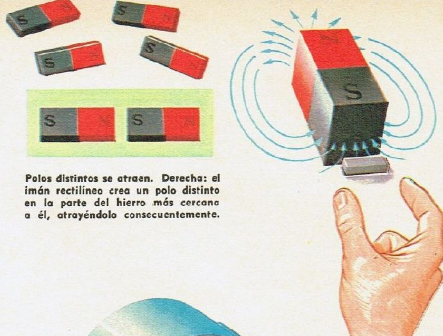
Carreteras luminosas. — En la ciudad alemana de Düsseldorf, va a intentarse un procedimiento por el que las carreteras aparecerán más claras y luminosas, con el fin de que las siluetas de los peatones y de los coches estacionados sean más claramente visibles. Para ello, se mezclará el alquitrán con una proporción adecuada de limaduras de aluminio.
En Canadá, existe un proyecto todavía mejor. Se trata de conseguir carreteras luminosas cuyo trazado será perfectamente visible tanto en una noche cerrada como en un radiante día de sol. Con este fin serán utilizados plásticos semiconductores sensibles a los rayos ultravioletas, obtenidos a partir de derivados del petróleo. Estos plásticos contienen en sus moléculas átomos de cloro, que serán los encargados de almacenar los rayos ultravioletas del Sol durante el día, para administrar convenientemente su energía a toda la masa durante la noche y hacerla fotoconductora, irradiando así en la oscuridad lo que los físicos llaman luz fría. Los peligros que encierra el conducir de noche serán, entonces, reducidos.



NOTICIAS DE MAÑANA

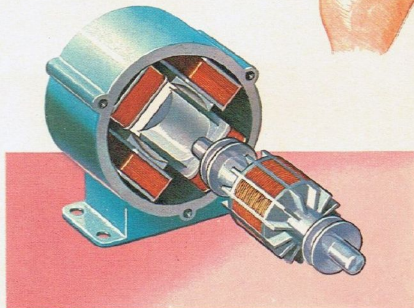
Teléfono para los sordomudos. — Investigadores israelitas acaban de poner en funcionamiento un modelo peculiar de teléfono que permitirá a los sordomudos comunicarse entre sí. Este nuevo sistema está formado por un emisor provisto de clavijas cuya manipulación produce vibraciones, las cuales son trasmitidas a un receptor con un diafragma adaptado, sobre el que las vibraciones recibidas son perceptibles al tacto. Un sistema de doble mando permite invertir sus funciones.
En la actualidad se está considerando el problema de establecer un código con una o varias frecuencias. Un código que utilizara tres frecuencias, por ejemplo, permitiría obtener un vocabulario de unas 5.000 palabras. Igualmente, se estudian los problemas psicológicos planteados por el nuevo procedimiento: puesta a punto de un método de lectura de vibraciones que sea sencillo, tiempo requerido para el aprendizaje del código, etc. Los investigadores israelitas opinan que este teléfono podría ser útil también para las comunicaciones con astronautas.

Eternamente de día. — Estudios encaminados a un mayor aprovechamiento de la energía solar han conducido a varios grupos de investigadores a plantear el problema de suprimir la noche. Hace unos años, un proyecto soviético proponía el establecimiento de un anillo de polvo alrededor de la Tierra, semejante al de Saturno, que dispersara la luz solar y la enviara a la parte oscura de aquélla.
El Prof. Hermann Oberth, uno de los mejores especialistas alemanes de la ciencia del espacio, ha presentado recientemente en la Universidad Técnica de Berlín un proyecto semejante. En este caso, se trataría de situar en el espacio espejos pivotantes de múltiples caras, destinados a captar la luz del Sol y a reflejarla sobre la Tierra.
Si se llevaran a cabo estos proyectos no sólo se lograría un ahorro importantísimo de energía, sino que se dispondría de un medio asombroso de control de los fenómenos atmosféricos; podrían fundirse glaciares, irrigar desiertos, desviar ciclones y tempestades, etc.
Muchos y muy graves problemas se oponen a la aceptación de tan decisiva medida. Uno de los más importantes es su repercusión en los mecanismos fisiológicos animales y vegetales, y en la psicología humana.



Polos distintos se atraen. Derecha: el imán rectilíneo crea un polo distinto en la parte del hierro más cercana a él, atrayéndolo consecuentemente.

IMANES



Los motores eléctricos se hacen con imanes fijos (los arrollamientos de alambre bobinados en el interior del tambor) y de imanes rotatorios (arrollamientos de alambre bobinados en un núcleo de hierro: la "armadura" rotatoria. Las bobinas de alambre se comportan como imanes cuando la corriente circula por ellos).

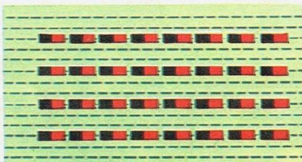
Consciente o inconscientemente, usamos imanes casi todos los días. Los tipos más frecuentes de imanes son el imán de barra y el de herradura, que se encuentran en juguetes magnéticos, o que se usan para trabajos sencillos, como recoger alfileres y clavos de hierro o acero. Los grandes electroimanes utilizados para levantar chatarra son también imanes. Inconscientemente, usamos imanes cada vez que conectamos un aparato eléctrico. Los teléfonos, dinamos, motores eléctricos en secadores de pelo, aspiradoras, etcétera, contienen imanes. El familiar contador eléctrico, que registra el consumo de energía eléctrica, trabaja por magnetismo. El hombre, por último, se encuentra ubicado en el campo magnético de un imán gigantesco, la Tierra.

El hecho de que se usen tanto los imanes en aparatos eléctricos nos indica la existencia de una conexión muy estrecha entre magnetismo y electricidad. En efecto, el magnetismo en todos estos casos es producido por corrientes eléctricas (es decir, electricidad dinámica).

Una corriente que circula por un alambre origina un campo magnético alrededor del mismo. Esto significa, simplemente, que el "efecto" de la corriente no está limitado al alambre, sino que se extiende a su alrededor.

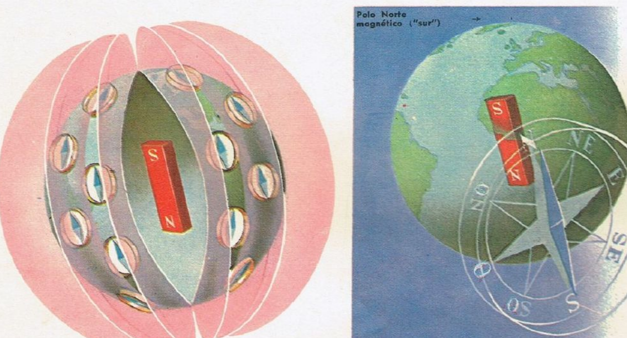
Oersted lo descubrió en 1819. Encontró que una aguja magnética colocada cerca de un alambre por el que circulaba corriente se desviaba. Tanto las corrientes eléctricas como los imanes producen la misma clase de campo alrededor de ellos, y estos campos en el experimento de Oersted actúan unos frente a los otros, desviando la aguja magnética. Faraday demostró que un alambre arrollado en forma de bobina presentaba regiones donde el campo de fuerza magnético parecía concentrado. Se llamaron "el que busca el norte" y "el que busca el sur" (o, simplemente, norte y sur), porque se comportaban como los polos norte y sur de un imán corriente de barra. Para cada bobina hay siempre dos caras, de modo que los polos norte y sur siempre se presentan por parejas, uno a cada cara del arrollamiento. Así, pues, es imposible obtener un polo norte, o sur, aislado o único. Sabemos que hay dos tipos distintos de polaridad magnética, porque se ha encontrado que dos polos del mismo tipo se repelen. Esto es bastante parecido al comportamiento de las cargas eléctricas estáticas. Una acumulación de carga eléctrica —positiva o negativa— se llama "polo eléctrico". Dos cargas positivas (polos del mismo signo) se repelen, mientras que una positiva y otra





Los átomos de hierro se comportan como pequeñísimos imanes, y estos átomos se alinean por grupos para formar imanes más grandes, llamados celdillas (representados por imanes en el diagrama). Las celdillas en el hierro no imantado están dispuestas de modo que sus efectos se anulan. Si se pone el hierro dentro de un campo magnético (derecha), las celdillas se alinean en la misma dirección del campo.

negativa (polos de distinto signo) se atraen.
A primera vista es difícil comprender cómo una bobina y un imán pueden producir el mismo efecto magnético.
La corriente en una bobina de alambre es un flujo de partículas cargadas negativamente, llamadas "electrones". En una bobina conductora éstos pueden moverse libremente cuando sobre ellos actúa una fuerza externa, suministrada, por ejemplo, por una batería. Pero en un trozo de hierro en un imán de barra, los electrones permanecen normalmente junto al resto del átomo (el núcleo). Giran sobre sí y a la vez rotan alrededor del núcleo. Tanto la rotación como la traslación son como corrientes eléctricas, y sus órbitas son como circuitos eléctricos.
En la mayor parte de las sustancias estas corrientes son sumamente pequeñas, pero en el hierro, acero, cobalto, níquel y aleaciones especiales, llamadas "aleaciones de Heusler" (mezcla de cobre, manganeso y aluminio), las corrientes son grandes, y cada átomo del metal actúa como una bobina eléctrica pequeñísima que tiene un polo norte y un polo sur. Aunque se dice generalmente que una corriente que pasa por una bobina de alambre actúa como un imán, es tal vez más apropiado decir que un imán se comporta como si tuviese en su interior pequeñísimas corrientes eléctricas. El hierro, el acero, el cobalto y el níquel son llamados sustancias "ferromagnéticas", porque pueden ser imantadas fuertemente. Pero incluso a estas sustancias no se las encuentra normalmente en estado magnético, aunque los átomos de por sí son magnéticos constantemente. Hace tiempo se pensaba que esto ocurría porque los átomos estaban dispuestos al azar en la sustancia. Los polos *norte* y *sur* se anulaban mutuamente en circunstancias normales, y sólo cuando se colocaban en un campo magnético, los átomos se organizaban de tal modo que los polos magnéticos se alineaban N-S-N-S-N-S en la dirección del campo. Sin embargo, esta teoría no logró explicar muchos otros efectos magnéticos. De hecho, los átomos del hierro normalmente tratan de alinearse, de modo que sus efectos se *refuerzan* en vez de anularse. Están alineados en grupos llamados "celdillas" (o unidades elementales o "dominios"), conteniendo cada celdilla muchos átomos que actúan como diminutos imanes, todos orientados en la misma dirección. Las celdillas en un trozo de hierro están desordenadas. Si se coloca el hierro dentro de un campo magnético, las fuerzas de atracción y repulsión del campo atraen y repelen el norte y el sur de cada celdilla. A medida que se van alineando, todo el pedazo de hierro empieza a comportarse como un imán, y produce su propio campo magnético. Cuando todas las celdillas están alineadas en la dirección del campo, se dice que el imán está "saturado".
En el hierro, las celdillas se alinean con facilidad. Generalmente, necesitan un pequeño "empujón" adicional y se pierde algo de energía en el procedimiento. Esta pérdida de energía, llamada *pérdida por histéresis*, es importante, cuando, como ocurre a menudo, el imán está siendo continuamente imantado y desimantado. Cuanto mayor es la histéresis que presenta el imán, más energía pierde. Si las celdillas se alinean fácilmente es lógico que pueden, de la misma manera, desalinearse cuando se retire el campo magnético.
Un clavo de hierro es levantado por un imán porque él mismo se ha convertido en otro imán al ser sometido al campo magnético del primero. No retiene su magnetismo mucho tiempo después de que el campo ha sido retirado y pronto desaparece la magnetización. Pero en algunos casos, como por ejemplo aceros duros, es difícil ordenar las celdillas, y una vez que han sido orientadas no es fácil que vuelvan a su estado primitivo. Tales sustancias se usan, por lo tanto, para hacer imanes "permanentes".
Sólo en una sustancia que se presenta en la naturaleza, la piedra imán, las celdillas están permanentemente (aunque muy débilmente) alineadas. La piedra imán es una masa compacta, negra, brillante, del mineral llamado "magnetita" (óxido salino de hierro, cuya fórmula química es: Fe_3O_4). Fue, prácticamente, el único medio por el cual se pudo demostrar el magnetismo antes del descubrimiento de la electricidad. Antiguamente, los griegos y los chinos encontraron pedazos de piedra imán, e hicieron otros imanes con ellos golpeando suavemente el hierro con la piedra imán, siempre en la misma dirección. Al hacer esto, alineaban las celdillas (aunque, claro está, entonces no lo sabían).
Además de atraer y de rechazar a otros pedazos de piedra imán, una pieza suspendida de una cuerda mostraba otras propiedades notables. Tendía a girar de modo que un polo siempre apuntaba en la misma dirección. El polo "norte" apuntaba siempre al polo norte de la Tierra, mientras que el polo "sur" naturalmente señalaba hacia el polo sur. Esto indujo a William Gilbert, en el año 1600, aproximadamente, a pensar que la misma Tierra debía ser un imán, cuyos polos atraen y rechazan los polos de la aguja magnética. La Tierra se comporta como si tuviera un imán rectilíneo muy poderoso a lo largo de su eje magnético (que es algo diferente del eje de rotación de la Tierra).
Pero aunque la Tierra se "comporta" como si tuviese un imán rectilíneo, esto no significa que contenga un bloque de material permanentemente magnético. Se cree que su magnetismo resulta de grandes corrientes eléctricas, que circulan alrededor de su núcleo, causadas por la rotación de la Tierra.
Debido a que la Tierra es un imán, las piedras imanes no fueron los únicos medios de conseguir imanes (o de hacer imanes que podían, a su vez, hacer más imanes). Las celdillas en cualquier material ferromagnético se alinearán un tanto en el campo magnético de la Tierra. Este efecto puede aumentarse golpeando el material, ayudando a las celdillas a moverse en la orientación norte-sur. Sin embargo, un golpe repentino puede, del mismo modo, hacer que un pedazo de material ya imantado se desimante, si el eje del imán está orientado en la dirección este-oeste. Calentar un imán produce el mismo efecto que golpearlo. Permite que las celdillas se muevan más, de manera que pueden con mayor facilidad orientarse o desorientarse.
Es mucho más fácil conseguir un imán haciendo pasar una corriente eléctrica por una bobina de alambre, y poniendo un núcleo de hierro en el interior de la bobina. Con un campo magnético muy pequeño puede imantarse el hierro, y el campo que éste crea "refuerza" el debido a la bobina, haciéndolo muchas veces mayor.
Una bobina de alambre arrollada alrededor de un núcleo de material ferromagnético se llama "electroimán". Es más útil que un imán permanente para atraer y levantar pedazos de hierro, porque el electroimán puede actuar o no, según que se "conecte" o "desconecte" la corriente que pasa por la bobina.
Los electroimanes se usan en motores eléctricos, dinamos, conmutadores de solenoide (relés), debido a su propiedad de atraer otros imanes (u otras bobinas por las que circula corriente).



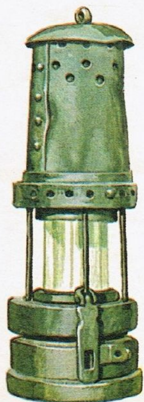
El campo magnético de la Tierra es similar al de un imán rectilíneo, con su polo "sur" cerca del polo norte.

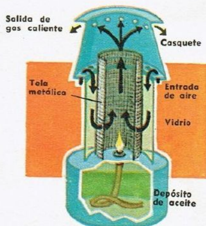
El polo "norte" de una aguja magnética es atraído por el polo "sur" del "imán" de la Tierra.

HUMPHRY DAVY Y LA LÁMPARA DE SEGURIDAD



El peligro de fuego y de explosiones en las minas de carbón, y en otras, ha existido siempre, aunque en la actualidad estos riesgos han sido considerablemente aminorados. A principios del siglo pasado, sin embargo, los desastres mineros ocasionados por la ignición accidental de gas metano eran mucho más corrientes.
La invención de una lámpara de seguridad por Humphry Davy, hacia 1815, contribuyó en gran medida a disminuir estos peligros.
Davy, muy conocido en aquel entonces como uno de los más célebres químicos de Gran Bretaña, se dio cuenta de que el problema de diseñar una lámpara de seguridad estribaba en la entrada de oxígeno y en la dispersión de calor. Una llama debe tener oxígeno para arder, pero el calor producido por la llama inflamará, normalmente, cualesquiera gases combustibles a su alrededor.
Con su ingenio característico, el científico decidió encerrar la llama de una lámpara de aceite dentro de una tela metálica. El resultado fue que el aire podía alcanzar la llama, mientras que el calor producido por la combustión se disipaba antes que el aire gastado se pusiera en contacto con los gases fuera de la lámpara. La luz de la llama, aunque un poco oscurecida por la tela, era suficiente.
En versiones posteriores de la lámpara, se tomaron precauciones para asegurar que la tela no se pudiera quitar mientras la lámpara estuviese encendida. Las lámparas de seguridad del tipo Davy todavía se usan, aunque, sin duda alguna, el advenimiento de la bombilla eléctrica ha disminuido su importancia como medio de iluminación. Actualmente la lámparas de Davy se usan como medio de descubrir la presencia de gases peligrosos, puesto que la llama de la lámpara es afectada por ellos.

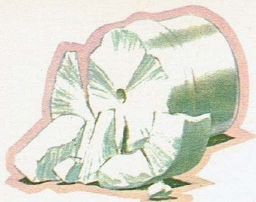




(Izquierda) Una de las primeras lámparas de Davy, en la cual la parte superior está encerrada en tela metálica. (Arriba) Esquema de una moderna lámpara de Davy.

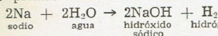
Los éxitos de Humphry Davy (1778-1829) no se debieron exclusivamente al invento de la lámpara de seguridad, por importante que éste haya sido. Fue famoso como investigador y conferenciante en la Institución Real (Royal Institution), donde trabajó con Michael Faraday.
Entre sus éxitos en el campo de la química, pueden contarse su purificación del potasio, sodio, bario, calcio y otras sustancias, y la demostración de que el cloro es un elemento. Llevó a cabo una investigación sobre los efectos anestésicos del óxido nitroso (gas de la risa), exponiéndose a un riesgo muy considerable. Trabajando en colaboración con Faraday, dedicó gran parte de sus últimos trabajos de investigación a estudiar los fenómenos electromagnéticos. Como la mayoría de los científicos de ese tiempo, Davy no se limitó a un grupo especializado de estudios, y el amplio campo de sus intereses no puede ser descrito fácilmente en un resumen tan breve. Sin embargo, de la alta estima en que sus contemporáneos le tenían son pruebas evidentes e incuestionables los múltiples honores que le tributaron durante su vida. Davy fue nombrado "caballero" en 1812, y, posteriormente, le concedieron el título de barón. El supremo honor científico le fue concedido en 1820, cuando lo eligieron presidente de la "Royal Society" (Real Sociedad).

FABRICACIÓN DE LA SOSA CÁUSTICA



Después de la fabricación, la sosa cáustica fundida se vierte en tambores de acero, y queda lista para la venta. La sustancia fundida se solidifica al enfriarse, y, cuando es necesario, se corta el tambor, para abrirlo. Entonces se ve una masa compacta, como la que se indica arriba.

La sosa cáustica, o hidróxido sódico, como la denominan los químicos, es necesaria en grandes cantidades para diversos procesos industriales. Más de la cuarta parte de la producción de sosa cáustica de Gran Bretaña se usa en la producción del rayón. Tiene otras aplicaciones importantes, pues se utiliza en la fabricación del papel y del jabón y en el refinado de aceites. También se emplea para blanquear y en tintorería. Aunque se puede obtener sosa cáustica añadiendo sodio metálico al agua, esta reacción es muy violenta, y, en cualquier caso, el sodio metálico es caro en comparación con el costo de las materias primas usadas en otros métodos.



$$2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$$

sodio — agua — hidróxido sódico — hidrógeno

Sin embargo, este método directo tiene su utilidad en la preparación de pequeñas cantidades de hidróxido sódico muy puro para uso en el laboratorio.

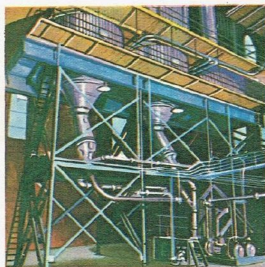
Hay dos procedimientos de obtención de sosa cáustica a escala industrial, y la elección del procedimiento adecuado depende de las demandas relativas de la propia sosa cáustica y de *cloro,* que se obtiene como subproducto en la electrólisis de una solución de cloruro sódico en agua. El sodio metálico se obtiene por electrólisis de cloruro sódido fundido. El otro procedimiento se basa en la reacción de doble descomposición entre el carbonato sódico (obtenido mediante el procedimiento de Solvay) y el hidróxido cálcico (cal apagada).

PROCEDIMIENTO CAL-SOSA

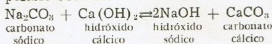
Éste es el más antiguo de los dos procedimientos comerciales de fabricación de grandes cantidades de sosa cáustica. Resulta particularmente interesante para industrias que requieren soluciones de sosa cáustica sólo al diez o quince por ciento, ya que con frecuencia es más económico obtener dicha solución por este método que comprar sosa cáustica sólida y disolverla en agua. La segunda de estas operaciones es complicada por la cantidad de calor que desprende. Las etapas del procedimiento *cal-sosa* son tales que favorecen la operación discontinua, aunque se han introducido modificaciones para hacer posible la producción continua. Las materias primarias son: carbonato sódico —que se utiliza como una disolución al 20 % en agua— y cal apagada en polvo.

El carbonato sódico y el agua se colocan en vasijas de hierro, provistas de un mecanismo de agitación. Las vasijas se calientan con vapor hasta una temperatura entre 80° C y 90° C.

Tan pronto como el carbonato sódico se ha disuelto completamente, se añade la cal apagada. El hidróxido sódico se forma como resultado de una reacción reversible, que nunca es completa. Sin embargo, añadiendo un "exceso" de cal apagada, y mezclando eficientemente la cal con la solución de carbonato sódico, se consiguen rendimientos de más del 90 % de la cantidad que teóricamente es posible obtener:



Ambos procedimientos de fabricación dan soluciones de hidróxido sódico, que deben ser evaporadas si se requiere un producto sólido. Arriba se muestra una unidad típica de evaporación.

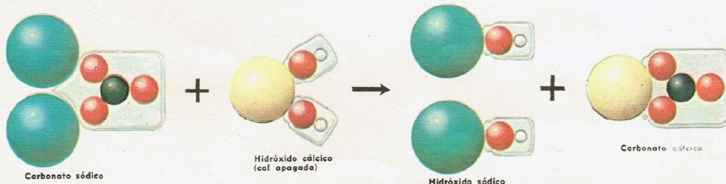


$$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightleftharpoons 2NaOH + CaCO_3$$

carbonato sódico — hidróxido cálcico — hidróxido sódico — carbonato cálcico

Cuando se alcanza la condición de equilibrio de la reacción, se deja de agitar. El exceso de cal apagada y el carbonato cálcico formado por la reacción son insolubles; se les permite sedimentarse, y

FORMACIÓN DE SOSA CÁUSTICA POR EL PROCEDIMIENTO CAL-SOSA



se separa la solución, que también contiene algo de carbonato sódico, que no ha reaccionado, filtrándosela para eliminar las partículas más finas de sólido que quedan en suspensión.

La papilla se lava para obtener una solución diluida, que se usa como disolvente en la carga siguiente. El residuo sólido (carbonato cálcico) se puede entonces secar para convertirlo de nuevo en cal viva (óxido de calcio).

La solución clara de hidróxido sódico se puede evaporar, en caso necesario, para producir hidróxido sódico sólido. Es corriente que el sólido se funda, para quitarle los últimos residuos de agua. El material fundido se moldea luego en barras o en píldoras. Los procesos de evaporación y de fusión del hidróxido sódico deben llevarse a cabo en ausencia del aire. Ésta es una precaución necesaria para evitar que el anhídrido carbónico de la atmósfera se combine con el hidróxido para formar carbonato sódico.

PROCEDIMIENTO CASTNER-KELLNER

El método electrolítico para la fabricación de sosa cáustica a partir de salmuera (solución concentrada de cloruro sódico) tiene todavía con frecuencia este nombre, aunque la "*cuba* original de *Castner-Kellner*" se ha modificado considerablemente. Se ha reemplazado por la "célula de cubeta de Solvay", que también se denomina "cuba de Kellner-Solvay". Como con este método se puede lograr un producto de gran calidad, con frecuencia se purifica la salmuera, para quitarle las impurezas.

En la cuba de Kellner-Solvay, dentro de la salmuera contenida en un tanque forrado o guarnecido de pizarra, van sumergidas unas barras de grafito, que actúan como ánodos. El otro electrodo (el cátodo) está constituido por una capa de mercurio, que ocupa la base del tanque. Como la salmuera es menos densa que el mercurio, flota en éste.

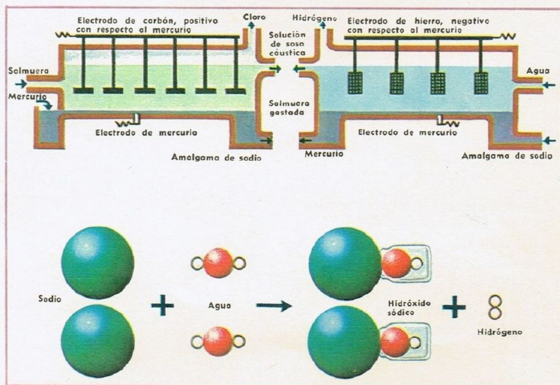
Puesto que el cloruro sódico es un electrólito fuerte, está casi completamente disociado en iones sodio, cargados positivamente, y en iones cloruro, cargados negativamente. Si se hace pasar una corriente eléctrica entre los electrodos de la cuba, los iones cloruro, cargados negativamente, se dirigen a las barras de grafito, cargadas positivamente. Los iones cloruro ceden sus cargas negativas (electrones) y se convierten en átomos de cloro. Los átomos de cloro se combinan por parejas para formar moléculas de gas cloro.

Al mismo tiempo, los iones sodio, cargados positivamente, son atraídos al cátodo de mercurio, cargado negativamente. A su llegada, cada ion sodio recibe un electrón del flujo de electrones de la corriente eléctrica para convertirse en un átomo de sodio eléctricamente neutro. Los átomos de sodio se disuelven inmediatamente en el mercurio para formar amalgama de sodio. Amalgama es una solución de un metal en mercurio.

Una batería de cubas Kellner-Solvay funciona de modo continuo. Nuevas porciones de salmuera entran por un extremo de la célula, mientras las ya usadas salen por otro. Hay también un flujo de mercurio a lo largo del fondo de la célula en la misma dirección del flujo de salmuera. Se usa el mercurio nuevo para desalojar la amalgama de sodio, que se trata posteriormente en una segunda cámara.

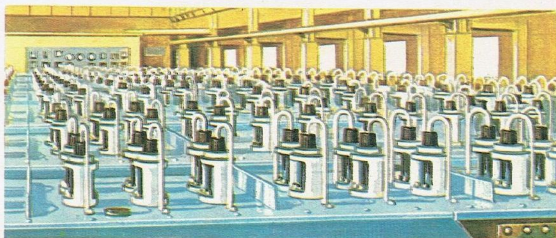
La amalgama de sodio se descompone para producir hidróxido de sodio en la segunda cuba. Ésta contiene cátodos de hierro, que se sumergen en agua, mientras que la amalgama de sodio actúa de *ánodo*. Al hacer pasar una corriente eléctrica, cada átomo de sodio pierde un electrón para convertirse en un ion sodio, cargado positivamente, que emigra (ya que cargas del mismo signo se rechazan y cargas de distinto signo se atraen) al cátodo de hierro, cargado negativamente. Aquí los iones sodio ganan electrones, para convertirse en átomos de sodio, los cuales reaccionan con el agua. Se forma hidróxido de sodio y se libera gas hidrógeno.

Cuando la solución de sosa cáustica ha alcanzado una concentración de cerca del 40 %, se evapora. Como ocurre con la mayoría de los métodos electrolíticos, este procedimiento da un producto de gran pureza, que puede ser fundido para eliminar la mayor parte del agua.



Esquema simplificado en el que se indica la disposición de las dos cubas diferentes que se usan en este procedimiento. Nótese que, en la cuba de la izquierda, el mercurio actúa como cátodo, mientras que, en la de la derecha, es el ánodo.

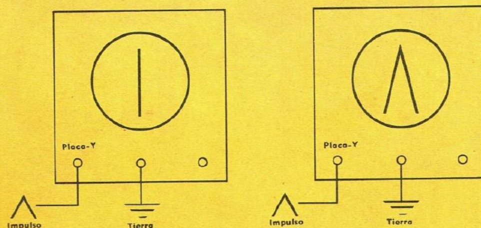
Batería de cubas donde se realiza la electrólisis de la salmuera y se obtiene la solución de sosa cáustica.



LA BASE DE TIEMPO DE UN OSCILOSCOPIO

En el *tomo IV, pág. 36*, se mencionó que si una serie de impulsos eléctricos llega a las "placas-Y" de un tubo de rayos catódicos, el punto luminoso sobre la pantalla del tubo se moverá hacia arriba y abajo, simultáneamente con los impulsos. Si el movimiento del punto es suficientemente rápido, la mirada no podrá seguirlo y se verá una línea vertical en la pantalla. A partir de la longitud de esta línea se puede medir el voltaje máximo del impulso, pero la línea no da ninguna información sobre el impulso cuando no está en su valor máximo. Para saber más sobre esta cuestión, es necesario desplazar el punto a través de la pantalla, simultáneamente con el impulso.

LO QUE HACE UNA BASE DE TIEMPO



Si un impulso que sube y baja, como se indica, se aplica a una placa-Y del osciloscopio (la otra está "a tierra"), puesto que la placa-Y puede sólo hacer que el punto luminoso se mueva en la dirección vertical, aparecerá una línea vertical en la pantalla. Sin embargo, si el punto se traslada trasversalmente al mismo tiempo que el impulso llegó a la placa, entonces la altura del impulso en momentos distintos será trasladada a lo largo de la pantalla, de modo que se produce una representación del impulso.
Si el impulso tarda, aproximadamente, más de 1/20 de segundo para ascender y luego descender, veremos que el punto asciende y desciende de nuevo, según se mueve a través de la pantalla. No obstante, se pueden ver en la pantalla impulsos que se producen miles de veces por segundo, e, incluso, muchos millones de veces por segundo, en osciloscopios diseñados especialmente: Esto se logra haciendo que el punto "regrese" a su posición inicial al final de cada impulso, para seguir al próximo a través de la pantalla, y así, sucesivamente.
Si todos los impulsos son exactamente iguales, el punto se mueve exactamente, cada vez, sobre el mismo trayecto en la pantalla del tubo de rayos catódicos, y sólo podremos ver un trazo firme. El punto sigue la forma del impulso, por complicada que sea, y nos permite ver algo que está sucediendo con grandísima rapidez.

REPRESENTACIÓN DEL IMPULSO REQUERIDO DE LA BASE DE TIEMPO



Un impulso que aumenta constantemente, aplicado a las placas-X de un tubo de rayos catódicos, mueve el punto a través de la pantalla. Cuando el punto llega al otro lado, el impulso debe caer rápidamente, de modo que el punto pueda regresar con rapidez al otro lado de la pantalla, para el comienzo del impulso siguiente aplicado a las placas-Y. Para una serie continua de impulsos aplicados a las placas-Y, se debe aplicar a las placas-X una serie continua de impulsos, tal que los de la base de tiempo deben repetirse como indica la línea de puntos.

Esto se hace usando un dispositivo electrónico llamado "base de tiempo", que nos permite ver la magnitud del impulso en cualquier momento.
Para convertir el movimiento de arriba a abajo del punto en una representación del impulso aplicado a las placas, la base de tiempo necesita hacer que el punto recorra lentamente la pantalla y luego vuelva rápidamente al lado izquierdo, para empezar con el impulso siguiente que llega. Se puede conseguir esto aplicando a las "placas-X" una carga que aumenta constantemente (para desplazar el punto trasversalmente). Luego se retira la carga rápidamente, cuando el punto ha llegado al otro lado de la pantalla, de modo que pueda regresar a su posición original.
Un método que se usa para hacer esta operación consiste en cargar un capacitor gradualmente (mediante una resistencia), de manera que el voltaje entre sus placas aumente; entonces, se prepara un conmutador para descargarlo cuando el voltaje entre las placas alcanza el valor requerido (es decir, cuando el punto llega al otro lado de la pantalla). El modo de cargar un capacitor se ha descrito en el *tomo III, pág. 172*. La carga en el capacitor aumenta como se indica en la figura. En la primera parte, este aumento es casi exactamente proporcional al tiempo, o sea, aumenta cantidades iguales con intervalos iguales de tiempo. Esto es precisamente lo que se exige de una base de tiempo.
El primer tipo de base de tiempo que se usó con tubos de rayos catódicos tenía una válvula *tiratrón*, que actuaba como conmutador de descarga. Ésta es una válvula triodo que consta de un cátodo, grilla y ánodo dentro de un tubo de vidrio. Pero, a diferencia de un triodo corriente, donde todo el gas es evacuado fuera del tubo antes de cerrarlo, en el tiratrón se introduce una cantidad pequeña de mercurio, que está en forma de vapor, ya que la presión en el tubo es muy baja. Los átomos de mercurio se cargan, o sea, se "ionizan", cuando los electrones chocan con ellos. El vapor ionizado es un buen conductor, de manera que a través de un tiratrón pueden pasar corrientes mucho más grandes que a través de un tubo corriente de vacío.
No obstante, el vapor de mercurio sólo conducirá cuando esté ionizado. La ionización se inicia por electrones, que se mueven a gran velocidad y que chocan con los átomos de mercurio con fuerza suficiente para hacer que éstos emitan más electrones. Puesto que la carga negativa en la grilla retarda

AT positivo

Capacitor C1 de la base de tiempo

Control del tiratrón

R3

Símbolo de un tiratrón

Tiratrón V2

Control fino de frecuencias de impulsos de la base de tiempo dado por una resistencia variable R1

Grilla a la pantalla

Tiratrón lleno de gas V1

C2

R2

Conductor a tierra del "supresor"

Conductor "a tierra" de la grilla

A las placas-X

AT negativo

Conductor del cátodo

Conductores del filamento

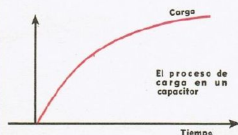
MODELO DE UNA BASE DE TIEMPO SENCILLA

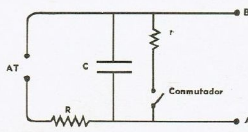
el paso de electrones del cátodo al ánodo, el "comienzo" de la ionización está controlado por el voltaje de la grilla. Si el tiratrón está conectado en "paralelo" con el capacitor, de modo que el voltaje en los dos sea el mismo, el capacitor se cargará lentamente, hasta que el voltaje entre sus placas y en la válvula tome un valor determinado (determinado por la grilla).

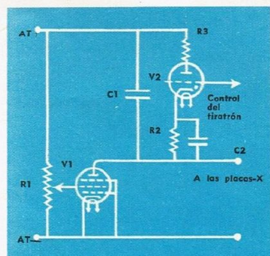
Entonces, el vapor de mercurio se ionizará repentinamente y proporcionará una mínima resistencia que cortocircuita el capacitor. Las cargas almacenadas en las placas del capacitor, por consiguiente, escapan rápidamente a través del tiratrón. Cuando el capacitor se ha descargado, no hay ningún voltaje entre sus placas ni en el tiratrón, el cual cesa de ser conductor. El proceso se repite en su totalidad.

El cátodo del tiratrón y la placa del capacitor con él conectado están unidos mediante un cable a una de las placas-X del osciloscopio. La otra placa-X está a "tierra" con el chasis. Por lo tanto, el voltaje aplicado a las placas-X (que trasladan al punto horizontalmente a través de la pantalla) varía con la carga en el capacitor.

Para asegurar que el capacitor se cargue uniformemente, se conecta una válvula pentodo en el circuito, en vez de una resistencia. Cuando el pentodo está conectado como se indica, sólo permite el paso de una corriente constante, cualquiera que sea la diferencia de potencial entre el ánodo y la grilla. La grilla central controla la corriente que la atraviesa (como la grilla simple lo hace en una válvula triodo), mientras que las grillas laterales evitan que cualesquiera cargas en el ánodo o en el cátodo afecten a la central. Por consiguiente, la válvula deja pasar la misma corriente (es decir, permite que los electrones la atraviesen a la misma velocidad), prescindiendo de la carga de la placa del ánodo. Así se obtiene que un capacitor se cargue uniformemente.







CIRCUITO DE BASE DE TIEMPO

PRINCIPIO DE UN CIRCUITO DE BASE DE TIEMPO

Cuando el circuito está conectado a los terminales de AT (alta tensión), los electrones fluyen a través de la resistencia R para cargar el capacitor C. Por lo tanto, la "tensión" eléctrica del punto A sube gradualmente. Cuando la diferencia de "tensión" o voltaje entre los puntos A y B alcanza cierto valor, se cierra el conmutador y el capacitor se descargará rápidamente a través de la pequeña resistencia r, de manera que el voltaje entre los puntos A y B descenderá de nuevo a cero. Si entonces se abre otra vez el conmutador, el capacitor empieza de nuevo a cargarse, de manera que el ciclo se repite.
El impulso en A es justamente el que necesitamos para la base de tiempo.

C1 es el capacitor de la base de tiempo. R1 es una resistencia variable que da un control muy exacto de la frecuencia de los impulsos de la base de tiempo. R2 y C2 aseguran que el cátodo del tiratrón está al voltaje correcto. La resistencia R3 se inserta entre el ánodo y el polo positivo de alta tensión, de modo que, cuando la válvula es conductora, la corriente no llega a ser lo suficientemente grande para dañarlo.

LAS VÁLVULAS Y SU FUNCIONAMIENTO

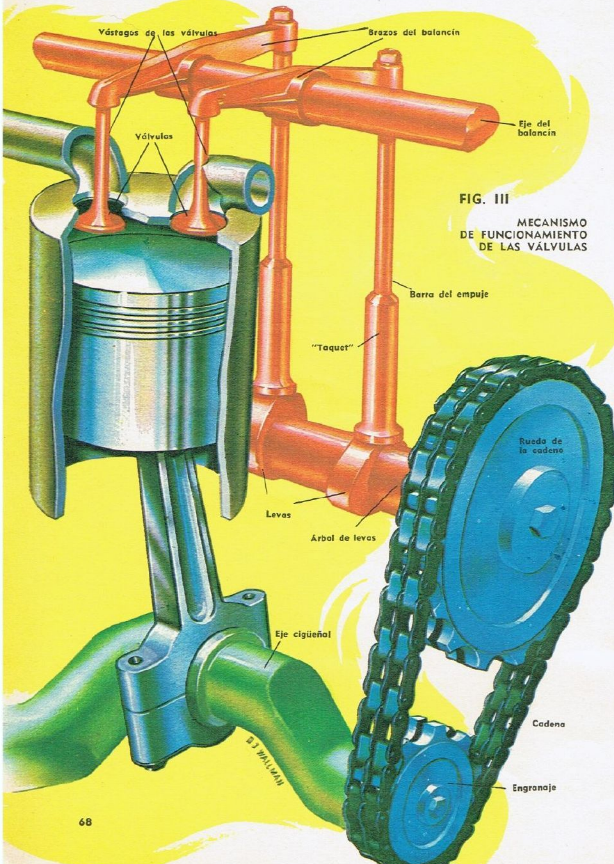


FIG. III

MECANISMO DE FUNCIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS

En el artículo *El motor del automóvil (tomo IV, página 23)*, el funcionamiento de las válvulas fue muy brevemente descrito. Sin embargo, las válvulas son lo suficientemente importantes para merecer una descripción más detallada. Cada cilindro tiene dos válvulas: una válvula de escape y una válvula de admisión. Son idénticas en construcción y operación, pero sus funciones son diferentes. La válvula de admisión se abre para admitir la máxima cantidad de mezcla de gasolina y aire en el cilindro. La válvula de escape se abre para permitir que salga del cilindro la máxima cantidad de gas quemado. Cuando las dos válvulas están cerradas, el gas queda herméticamente encerrado dentro del cilindro.

Prácticamente, todos los motores de automóviles modernos usan la *válvula de huso,* llamada también *válvula hongo,* a causa de su forma. La válvula propiamente dicha (ver figura 1) es generalmente una pieza forjada de aleación de acero, y su ángulo de *asiento* es, comúnmente, de 45°, aunque a veces se usa un ángulo más plano, de 30°.

La *cabeza* de la válvula reposa sobre un asiento cónico fresado en la tapa del cilindro. Para centrar la válvula, su vástago se mueve en una *guía* recambiable, que es una entalladura ajustada en la tapa del cilindro. La guía es generalmente de hierro colado o fundido, pero a veces se usa el bronce-fosforoso. La válvula está cerrada y mantenida sobre su asiento por el *muelle* helicoidal (espiral), que presiona contra la tapa del cilindro por un lado y lleva puesto en el otro extremo una arandela especial llamada *taza* del muelle. Ésta descansa sobre *chavetas* colocadas en una ranura fresada en la extremidad inferior del vástago de la válvula. Cuando la válvula está cerrada, la fuerza producida en la combustión ayuda al muelle a presionar firmemente la cabeza de la válvula sobre su asiento. Para asegurar el "cierre hermético", la válvula está cuidadosamente pulida, ajustando perfectamente sobre su propio asiento. La finalidad principal del muelle es volver la válvula a su asiento y mantenerla sobre él. El muelle no acciona realmente la apertura de la válvula, sino que dificulta la operación. La válvula se abre por medios mecánicos que se describen posteriormente.

La disposición que se indica en la figura 1 se llama "válvula en cabeza". Tiene varias ventajas sobre el dispositivo de la válvula lateral indicado en la figura II. Para un tamaño dado de motor, el sistema de "válvula en cabeza" permite que se desarrolle mayor fuerza, debido a que se puede lograr una admisión más completa de la mezcla de gasolina y aire, y una mejor expulsión de

FIG. I

MECANISMO DE LA VÁLVULA EN CABEZA

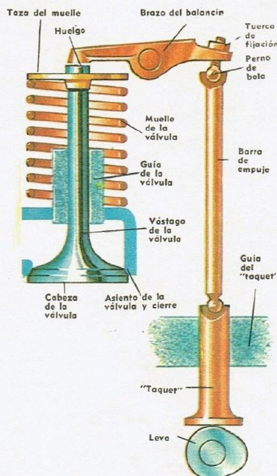
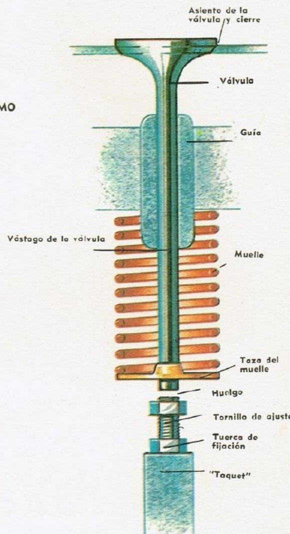


FIG. II

MECANISMO DE LA VÁLVULA LATERAL



los gases resultantes. Asimismo, puede obtenerse una cámara de combustión más compacta, y el ajuste de las válvulas es, además, más cómodo con esta disposición.

MECANISMO DE FUNCIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS

Ya se ha indicado que las válvulas se mantienen cerradas por medio de muelles y se abren, cuando es necesario, mediante el mecanismo de operación de las válvulas como queda indicado en las figuras I y II. Las *levas* o excéntricas, que se pueden describir como discos con "jorobas" en un lado, forman normalmente una unidad con el *árbol de levas.* Este árbol funciona con cojinetes situados en el costado de la caja del cigüeñal.

La *trasmisión* del árbol de levas se encuentra generalmente en la parte delantera del motor y está encerrada en una caja ligera que se puede quitar fácilmente cuando es necesario.

El árbol de levas se mueve por el eje cigüeñal a través de una cadena de rodillos (como una cadena de bicicleta), una *rueda de la cadena* sobre el árbol de levas y una *rueda de cabillas* sobre el eje cigüeñal. Debido al hecho de que cada válvula debe abrirse sólo una vez durante el ciclo de cuatro tiempos (dos revoluciones del eje cigüeñal), es necesario mover el árbol de levas a una velocidad que sea sólo la mitad de la del eje cigüeñal (o velocidad del "motor", como se llama frecuentemente). Esto se logra teniendo en la rueda de la cadena del árbol de levas un número de dientes doble que el de la rueda del eje del cigüeñal. Cuando una leva gira, levanta al *seguidor de leva* o *taquet en su* guía. Este movimiento es transmitido por la barra hueca de empuje al *brazo del balancín,* una palanca montada sobre el *eje del balancín.* La extremidad opuesta del brazo del balancín se mueve hacia abajo sobre la válvula y la obliga a abrirse. Mientras la "joroba" de la leva está en contacto con el "taquet", la válvula permanecerá abierta, pero al girar más, la leva permite que se cierre la válvula.

AJUSTE DE VÁLVULAS

El *ajuste* de las válvulas es necesario para permitir que la válvula cierre en todas las condiciones, especialmente cuando el motor está caliente. Las figuras I y II indican cómo y dónde se hace el ajuste para motores de válvula lateral y de válvulas en cabeza. En el motor de válvula lateral, para obtener el ajuste correcto se usa el tornillo de ajuste del "taquet". La operación se llama "regulación del *taquet*". Con el otro sistema de válvulas el ajuste necesario se logra por medio de un perno de bola atornillado en el brazo del balancín. Una tuerca impide que el perno de bola gire después del ajuste.

SINCRONIZACIÓN DE VÁLVULAS

La sincronización de las válvulas es la relación entre la posición del pistón y la apertura y cierre de las válvulas.

En la descripción del ciclo de cuatro tiempos (ver *tomo IV, pág. 23),* se supuso que la válvula de admisión se abría cuando el pistón estaba en la parte su-

perior de su recorrido, llamado "punto muerto superior" (p.m.s.), y se cerraba cuando el pistón alcanzaba la parte inferior de su recorrido, llamado "punto muerto inferior" (p.m.i.). Del mismo modo, la válvula de escape se abría en p.m.i. y se cerraba en p.m.s. No obstante, en la práctica, éstos no son los mejores tiempos de abrir y cerrar las válvulas para que el motor funcione eficientemente, sobre todo a grandes velocidades.
La figura IV muestra lo que se conoce como *diagrama de sincronización de válvulas.* Los puntos en que se abren y se cierran las válvulas respectivas están dados en grados de rotación del eje cigüeñal. El diagrama indica que la válvula de escape se abre *antes* de que el pistón llegue al p.m.i., y se cierra *después* del p.m.s. La razón de este largo período (en este caso cerca de 240° de rotación del eje cigüeñal) es vaciar el cilindro, tan rápidamente como sea posible, de los gases quemados.
A fin de introducir la máxima cantidad de mezcla de gasolina y aire en el cilindro, la válvula de admisión está dispuesta de modo que se abra "antes" del p.m.s. y se cierre "después" del p.m.i.

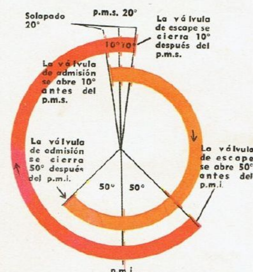


FIG. IV. Un diagrama de sincronización de válvulas que muestra cuándo y por cuánto tiempo se abren las válvulas de admisión y escape.

SOLAPADO DE VÁLVULAS

El *diagrama de sincronización de válvulas* indica que la válvula de admisión se abre antes de que la válvula de escape se cierre. Así, ambas válvulas están abiertas al mismo tiempo
Esto se llama "solapado de válvulas", y su finalidad es aprovechar el efecto de vacío parcial de los gases quemados en movimiento, para favorecer un flujo rápido de la mezcla nueva de gasolina y aire en el cilindro.

LA FLOR

La flor es la parte de una planta fanerógama a la cual atañe la reproducción de la especie. Se considera a la flor como un brote no alargado cuyas hojas se modifican para formar los "órganos florales" (pétalos, etc.).
El ranúnculo es una flor simple, conveniente para estudiar.
El tallo de la flor se llama *pedúnculo* y está abultado en la punta, formando el "receptáculo". Durante el desarrollo de la flor, las células del vértice de crecimiento (las cuales se dividen rápidamente) producen las hojas florales exactamente del mismo modo en que se producen las hojas en tallos corrientes.
Las hojas florales se desarrollan en círculos más o menos concéntricos *(verticilos),* pero en algunas de las flores más primitivas, como el nenúfar, los pétalos y otros órganos están dispuestos en espiral en el receptáculo.
Los primeros órganos que se forman en la flor son los cinco sépalos. Estos están en la parte inferior del receptáculo y forman el *cáliz.* Los sépalos, de color verde, son órganos parecidos a las hojas, y su finalidad principal es proteger a la flor que está desarrollándose. Sobre los sépalos están los cinco *pétalos* amarillos, cada uno con una pequeña bolsa en su base, que produce néctar y se llama *nectario.*
El grupo de pétalos se llama *corola* y, con el cáliz, forma el "perianto". Los pétalos y los nectarios atraen a los insectos y a otros animales hacia la flor, y también ayudan a proteger los órganos sexuales "esenciales" radicados en el interior.
Hay dos tipos de órganos reproductores en la flor del ranúnculo: los *estambres* y los *carpelos.* Los estambres son los órganos masculinos, productores de polen, y forman el *androceo.* Cada estambre consta de un *filamento* (tallo) y de una *antera,* que es el saco del polen en la punta. Los carpelos forman el *gineceo.* Cada carpelo contiene una célula femenina, u *óvulo,* que origina una semilla cuando es fertilizada por una célula masculina de un grano de polen. El *estigma* es la punta del carpelo, a través del cual el grano de polen entra en el óvulo.
La flor del ranúnculo tiene numerosos estambres y carpelos, pero éste no es el caso en todas las flores. Debajo de la flor puede haber una o dos hojitas ("bracteolas") en el pedúnculo. Éstas son las primeras de todas las "hojas florales". La punta del pedúnculo continúa creciendo después de formarlas, pero su crecimiento casi cesa cuando se forman los sépalos, de modo que los órganos florales están muy juntos en el receptáculo.
En una flor como la campanilla blanca, la bracteola protege a la flor hasta que se abre. Puede ser vista como una escama u hoja rudimentaria de color verde en la parte posterior de la flor. Una hoja que está en la base del pedúnculo, se llama *bráctea.*
El ranúnculo, como hemos visto, tiene las cuatro clases o tipos de órganos florales, y sus partes están dispuestas de un modo *regular.* Todos los pétalos son del mismo tamaño y de la misma forma, y una sección "longitudinal" cualquiera producirá siempre dos mitades similares. No obstante, hay muchas variantes de esta estructura en el reino vegetal. Muchas están relacionadas con la "polinización", que es la trasferencia de polen de flor a flor.
En un próximo artículo se describirán algunas de estas variantes.

Las flores de los guisantes, y muchas orquídeas, son sumamente irregulares y tienen pétalos de formas muy raras. En tales casos, sólo hay una línea a lo largo de la cual una sección producirá dos mitades similares. Frecuentemente, los pétalos (y los sépalos) se unen para formar un tubo que presta una protección adicional y puede también servir para guardar néctar. Ejemplos son la bellorita y la campanilla azul. Los carpelos están comúnmente encima del resto de la flor, a causa del modo de crecimiento. Esta es la condición *hipógina*, pero no es universal.

En algunas flores, el receptáculo se esparce en la parte superior, de modo que los pétalos, etc., rodean a los carpelos (condición "perígina"); mientras que en otras (v.g. la del manzano), el receptáculo crece alrededor de los carpelos, de manera que están debajo de las otras partes (condición "epígina").

Cualquier tipo de órgano puede no existir en una flor. Si no hay pétalos, los sépalos tienen a menudo colores brillantes (v.g., la hierba centella). Las flores, especialmente las de los árboles (v.g., el avellano), pueden ser "unisexuales", o sea, que tienen órganos masculinos u órganos femeninos en flores separadas.

Los estambres no varían mucho, pero pueden juntarse (v.g., el guisante de olor) unos con otros, con los pétalos (la primavera). Los carpelos pueden contener uno o más óvulos, cada uno de los cuales da origen a una semilla. La vaina de guisante, por ejemplo, se deriva de un simple carpelo de varios óvulos. Los carpelos pueden estar juntos, como en la campanilla azul, o libres, como en el ranúnculo. Las plantas fanerógamas se clasifican principalmente según la estructura de la flor.



Flor solitaria: anémona



Racimo unilateral: jacinto silvestre



Flor solitaria: flor de nieve (Galanthus)



Espiga: linaria

LA INFLORESCENCIA

Las flores a veces salen únicas o solitarias (v. g. la anémona, el tulipán), pero con mayor frecuencia forman un grupo, denominado una "inflorescencia", cuyo aspecto depende de la cantidad y del tipo de la ramificación. Sin embargo, hay dos modelos fundamentales. En uno de ellos —el modelo "racimoso"— el punto de crecimiento principal del tallo continúa creciendo o, por lo menos, no produce una flor. Las flores se producen "lateralmente" (en los lados) vg., el jacinto silvestre, y la inflorescencia se llama "racimo". Si las flores no tienen pedúnculo, se denominan "espiga". Una "umbela" es un racimo especial en que la punta principal cesa de crecer y todos los pedúnculos de la flor se desarrollan en un nivel, produciendo la muy conocida "cabeza" de flores, tal como se encuentra en la zanahoria y otras umbelíferas. No se debe, empero, confundir la umbela con el "corimbo". Éste es un racimo en que los pedúnculos son de distintas longitudes, de manera que "todas las flores aparecen a un mismo nivel". La agrupación de las flores pequeñas, de este modo, hace que sean más atracrivas para los insectos.

En el segundo modelo fundamental —el modelo "cimoso"—, el pedúnculo "termina" en una flor después de echar una o dos ramas que también terminan en una flor después de ramificarse.

Las flores de la familia "compuestas" son muy especializadas. La "flor" del diente de león es en realidad una colección de florecillas ("flósculos") sobre un disco plano o "capítulo". Cada flósculo contiene órganos sexuales y es una flor completa. El cáliz está representado por finos pelos que se desarrollan después y llevan o trasportan la semilla. Cada flósculo de "diente de león" tiene una hoja plana, o "língula", pero los cardos tienen sólo flósculos tubulares. Las margaritas tienen ambos tipos: los flósculos externos tienen lígulas de color para atraer insectos, mientras que los flósculos internos son tubulares y producen polen y néctar. Las "compuestas" constituyen una familia de plantas bien adaptadas y muy difundidas.



Corimbo: milenrama



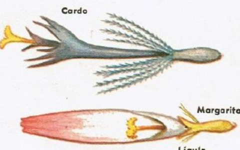
Cima: "Pan de pájaro"



Umbela: umbelífera



Compuesta: "diente de león"

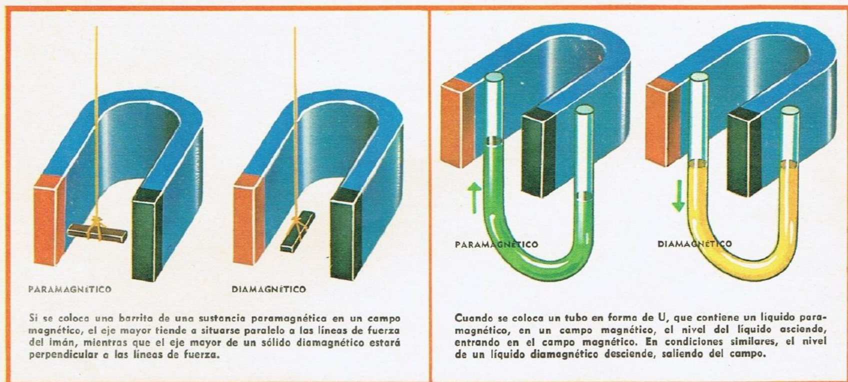






Cada uno de estos flósculos es una flor completa, con caliz, corola y órganos reproductores.

MATERIALES MAGNÉTICOS



Si se coloca una barrita de una sustancia paramagnética en un campo magnético, el eje mayor tiende a situarse paralelo a las líneas de fuerza del imán, mientras que el eje mayor de un sólido diamagnético estará perpendicular a las líneas de fuerza.

Cuando se coloca un tubo en forma de U, que contiene un líquido paramagnético, en un campo magnético, el nivel del líquido asciende, entrando en el campo magnético. En condiciones similares, el nivel de un líquido diamagnético desciende, saliendo del campo.

Debido a que el hierro, el cobalto y el níquel tienen propiedades magnéticas muy acusadas en comparación con casi todas las demás sustancias, se tiende a considerar a estos metales, y a ciertas aleaciones que los contienen, como únicos materiales magnéticos. No obstante, todas las sustancias reaccionan de algún modo cuando se las coloca en un campo magnético.

Michael Faraday (1791-1867) fue el primero que hizo un estudio detallado de las sustancias que tienen propiedades magnéticas débiles. Todos los materiales que él ensayó revelaron características magnéticas y, de acuerdo con su comportamiento en un campo magnético, consiguió clasificarlas en dos grupos.

Algunos materiales, como el aluminio, el platino y el potasio, eran atraídos por el imán. A estas sustancias las llamó Faraday "paramagnéticas". Al ser suspendidas en un fuerte campo magnético, las muestras de sustancias paramagnéticas giran hasta que el eje más largo de la barrita que constituye la muestra queda "paralelo" al campo.

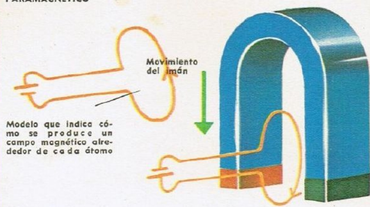
Si se comparan con el hierro, cobalto y níquel, las fuerzas magnéticas que existen entre las sustancias paramagnéticas y el imán son muy débiles. Aunque el hierro, el cobalto y el níquel son también atraídos por el imán (o sea, son paramagnéticas), la fuerza es tan grande que a este pequeño grupo se le ha dado, para distinguirlos, un nombre especial; materiales "ferromagnéticos".

Hay unas pocas sustancias, como el bismuto, el cobre y el oro, que son repelidas por el imán. Se las denomina sustancias "diamagnéticas". Si se suspende una varilla de uno de estos metales en el campo de un imán poderoso, la varilla gira hasta que su eje mayor se pone *perpendicular* a las líneas de fuerza magnética.

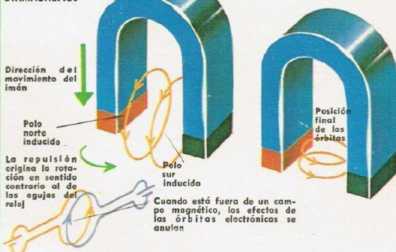
Las propiedades magnéticas débiles de los materiales paramagnéticos y diamagnéticos no se limitan al estado sólido. El efecto de un campo magnético sobre muestras líquidas puede demostrarse con suma facilidad. Un líquido paramagnético se eleva en un tubo en U, tendiendo a entrar en el campo magnético, mientras que un líquido diamagnético desciende en el tubo, alejándose del campo.

El comportamiento magnético de un material se debe al movimiento de sus electrones en sus diversas órbitas alre-

◀ **Michael Faraday (arriba), Wilhelm Weber (derecha) y James Clerk Maxwell (izquierda) figuran entre los primeros que investigaron los materiales magnéticos.**



Modelo que muestra cómo el movimiento de los electrones de una sustancia "paramagnética" genera un campo magnético alrededor de cada átomo. Cuando se coloca una muestra de una sustancia de este tipo en un campo magnético, los átomos se ordenan de modo que sus campos magnéticos se alinean con el campo producido por el imán.



Modelo que muestra cómo los efectos magnéticos del movimiento de los electrones de una sustancia "diamagnética" se anulan mutuamente. Cuando una muestra de estas sustancias se coloca en un campo magnético, el paso de los electrones en algunas órbitas tiende a hacerse más lento, mientras que en otras se acelera. El campo magnético resultante es repelido por el campo magnético aplicado.

dedor de los núcleos atómicos. Aparentemente, hay dos efectos distintos, que son simultáneos y que hacen que la sustancia sea paramagnética o diamagnética, según que predomine uno u otro. El giro de cada electrón en su órbita alrededor del núcleo se puede considerar como una corriente eléctrica muy pequeña que recorre un circuito cerrado. En alguno de los artículos publicados, se ha demostrado que cuando una corriente eléctrica pasa por una espira de alambre, se crea un campo magnético. Este es el fundamento del electroimán. De un modo análogo, se crea un campo magnético por el movimiento de cada electrón del átomo.

Parte de los electrones giran en su órbita en una dirección, mientras que los restantes lo hacen en dirección opuesta. Por lo tanto, hay una tendencia a que los campos magnéticos producidos por algunos de los electrones anulen los campos producidos por los electrones que giran en dirección opuesta. Si los campos se anulan completamente, el átomo es *diamagnético*. Si los campos no se anulan, el átomo es *paramagnético*. Por consiguiente, los átomos de una sustancia paramagnética son ya pequeños imanes incluso antes de que la sustancia sea colocada en un campo magnético. Cuando se coloca una sustancia paramagnética en un fuerte campo magnético, los imanes "atómicos" (que normalmente están colocados al azar y dirigidos en todas direcciones) giran, y se orientan paralelos al campo magnético. Por el contrario, una sustancia diamagnética no tiene imanes *atómicos* hasta que está situada en un campo magnético. Para comprender mejor la causa del diamagnetismo hay que pensar que el electrón que gira en su órbita es como una corriente eléctrica que recorre una espira de alambre. Cuando un campo magnético variable atraviesa una espira de alambre, se genera en la misma una corriente siempre que exista una variación en la intensidad del campo magnético (este es el fundamento de los dínamos).

Análogamente, en la órbita de un electrón se produce una corriente cuando un campo magnético variable la atraviesa. Esto ocurre cuando la sustancia de la cual forma parte el electrón se coloca en un campo magnético. El mismo efecto se produce en todas las órbitas de cada átomo y todas las corrientes generadas en las órbitas van en la misma dirección. Además, una vez que se han iniciado estas corrientes no se detendrán de modo espontáneo ya que las órbitas no oponen ninguna resistencia al paso de los electrones.

Las corrientes engendradas en las órbitas por el campo magnético, dan a su vez origen a pequeñísimos campos magnéticos, todos orientados en la misma dirección, que necesariamente se oponen al campo aplicado. Si se sumaran al campo aplicado, infringirían una de las leyes fundamentales de la física. En otras palabras: el polo norte del imán permanente tiene frente a él al polo norte de un imán atómico. Como resultado de la repulsión magnética, el imán atómico es obligado a girar 90°. Si girase más (esto es, tendiendo a mirar al polo opuesto), se generaría una nueva corriente alrededor del átomo. Esta corriente nueva iría en dirección opuesta a la corriente original, y el imán atómico giraría de nuevo hasta situarse perpendicularmente a las líneas de fuerzas magnéticas del imán permanente.

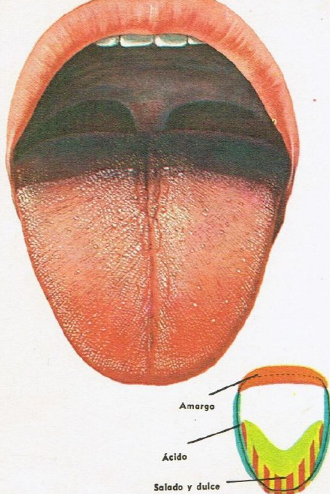
Las sustancias ferromagnéticas sólo presentan sus propiedades magnéticas excepcionales en el estado sólido y por debajo de cierta temperatura (la temperatura de Curie), que es diferente para cada sustancia. En estas condiciones, cierto número de átomos paramagnéticos están agrupados en pequeñas unidades denominadas "celdillas". Dentro de cada celdilla las propiedades magnéticas de sus átomos se suman.

En un cristal de una sustancia ferromagnética hay muchas de estas celdillas, que están desordenadas al azar. Sin embargo, cuando esta sustancia se somete a la acción de un fuerte campo magnético, sus celdillas se alinean gradualmente, de manera que todas se orientan en una dirección: paralela al campo magnético aplicado. Además, esta ordenación puede permanecer en mayor o menor grado aun después de cesar la acción del campo magnético. Esto ocurre, especialmente, en el caso de los aceros de cobalto. El hierro dulce se imanta más fuertemente que todos los aceros, pero conserva apenas magnetismo cuando se retira el campo magnético.

TEMPERATURA DE CURIE

Cuando se calientan los sólidos ferromagnéticos a esta temperatura, pierden de pronto sus fuertes propiedades magnéticas. La temperatura a que esto sucede es diferente para los diversos materiales ferromagnéticos:

Hierro	760° C.
Cobalto	1115° C.
Níquel	358° C.
Aleación de Heusler (cobre-manganeso-aluminio)	380° C.



La lengua humana dentro de la cavidad bucal (Aparte) Un diagrama que muestra las áreas más sensibles a las cuatro "clases" de sabor.

GUSTO Y OLFATO

El cuerpo humano y animal tiene un sistema complicado de receptores que le proporciona información acerca de todo lo que le circunda. Una parte importante de este sistema está relacionada con la detección de sustancias químicas. Así, un animal puede olfatear alimento y enemigos, y tiene los medios para reconocer las sustancias que necesita sólo en pequeñas cantidades. Por ejemplo, los animales de caza frecuentan salegares o lamederos (depósitos de sal que contienen minerales que son esenciales para el bienestar de los animales de que se trate) y pueden "olfatearlos" a gran distancia.

En otros animales, como algunas mariposas, el sistema de detección de sustancias químicas está relacionado con importantes procesos vitales, como el de la reproducción. La mariposa macho es capaz de detectar a grandes distancias la presencia de una hembra, gracias al estímulo de una sustancia química que ésta segrega.

Los receptores que son sensibles a productos químicos se llaman "quimio-receptores". Estos son, en el hombre, los órganos del "gusto" y del "olfato". Los receptores del gusto se hallan principalmente sobre la lengua (en la punta, bordes y base), y unos cuantos se encuentran en la boca y la faringe, y sobre la epiglotis (la faldilla de tejido que impide que el alimento pase a la tráquea). Estos receptores proporcionan las sensaciones llamadas sabores, que tienen un carácter puramente subjetivo. Se trata de formaciones epiteliales, llamadas botones gustativos, en torno de las cuales se ramifican las terminaciones nerviosas conductoras de estos estímulos.

La superficie libre de la mucosa lingual presenta muchas pequeñas proyecciones o elevaciones, que se llaman papilas, clasificadas por su forma en caliciformes, fungiformes, coroliformes y foliadas.

Las caliciformes y fungiformes (en forma de cáliz y de hongo, respectivamente) son las verdaderamente interesantes desde el punto de vista sensorial, pues en ellas se albergan los botones gustativos. Estos tienen forma de botella, apoyándose por su base en la membrana vítrea, inmediatamente debajo de la mucosa. El cuello del botón aparece en la superficie libre de la mucosa por un orificio llamado "poro gustativo" y termina en un pincel de fibrillas, que emergen de dicho orificio y constituyen las pestañas gustativas. Cada botón consta de células de sostén y células sensoriales. Estas últimas son las que se adelgazan para terminar en la pestaña gustativa. Alrededor de los elementos sensoriales existen ramificaciones de los nervios glosofaríngeo y lingual. Cuando los "botones" del gusto son estimulados, pasan señales, a lo largo de las fibras nerviosas, a la médula (la parte posterior del cerebro, véase *tomo III, pág. 4*).

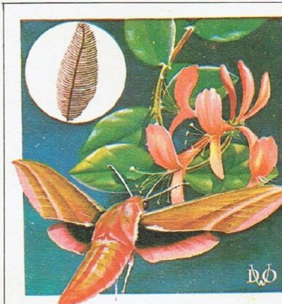
Los botones gustativos son humedecidos por la saliva y por los fluidos que segregan células glandulares especiales de la lengua. Un carácter distintivo esencial de los receptores del gusto y del olfato es que el producto químico debe entrar en solución antes de que pueda estimular el receptor. Durante el tiempo de frío seco, los sentidos del gusto y del olfato pueden estar muy disminuidos.

En el hombre, se perciben cuatro sabores fundamentales: amargo, dulce, ácido y salado. Las demás sensaciones son el resultado de asociaciones de los cuatro sabores fundamentales, o de la unión con estímulos de otras modalidades.

De hecho, las recepciones asociadas juegan un gran papel en las sensaciones gustativas; así, por ejemplo, muchas sustancias de fuerte sabor parecen insípidas o de sabor diferente si se introducen en la boca con la nariz tapada; esto ocurre con las cebollas, manzanas, etc. Es un hecho bien conocido lo poco que se perciben los sabores si se embota la sensibilidad olorosa por un catarro nasál. La fina percepción de los catadores de vino es a la par gustativa y olfatoria. En general, las sensaciones del gusto van asociadas con una importante percepción olorosa y con estímulos de tacto y de la temperatura.

Probando la reacción de distintas partes de la lengua ante diferentes sustancias, se ha establecido que la mayor reacción para cada uno de los cuatro "tipos" de gusto (salado, dulce, ácido y amargo) está en una región distinta de la lengua. La punta es sumamente sensible a las sustancias dulces y saladas. Los lados, a las sustancias ácidas, mientras que la parte posterior de la lengua es más sensible a las sustancias amargas. Es probable que haya diferentes receptores para cada sabor en particular, aunque un estudio detallado no ha revelado ninguna diferencia en la anatomía de los receptores.

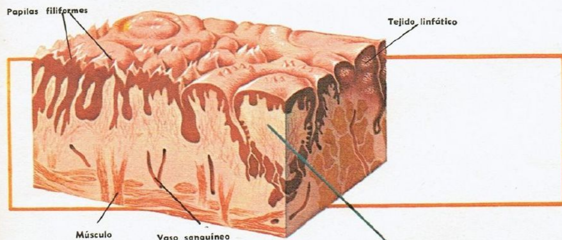
Por otra parte, no puede descartarse la hipótesis de que se trata de formación de sustancias químicas diferentes, por el contacto entre los cuerpos con sabor y las células linguales.
Respecto a las relaciones entre los sabores y la naturaleza química de los propios estímulos, es muy poco lo que se sabe. Puede afirmarse que el sabor ácido depende de los hidrogeniones (iones hidrógeno con una carga positiva), y parece ser que en el sabor salado el agente excitante es el anión de la sal disociada. Los alcaloides presentan sabor amargo característico, pero también lo tienen otras sustancias diversas, como el ion magnesio, los glucósidos, el ácido pícrico, etc. Un hecho evidente es que cuando una molécula presenta tres grupos nitro ($—NO_2$), tiene gusto amargo.
El sabor dulce lo provocan los azúcares y otros cuerpos sin parentesco alguno con ellos (sacarina, cloroformo, etc.). Es difícil precisar qué grupos químicos caracterizan las sustancias que producen determinados sabores ya que cuerpos con estructura química muy distinta pueden presentar sabor análogo, y, por el contrario, compuestos químicamente idénticos, pero que sólo se diferencian en su configuración molecular, suelen tener sabores diferentes.
Otros grupos de interés son que algunos productos químicos tienen gustos diferentes cuando se les aplica a partes diferentes de la lengua, y el analgésico (anestésico local) cocaína tiene efectos variables sobre los cuatro sabores. La textura del alimento y su temperatura también afectará al "gusto" aparente del alimento, pues los receptores del tacto y de la temperatura en la boca son estimulados por su presencia. El gusto de una sustancia es, pues, dependiente de cierto número de factores.
Cada sabor aislado tiene un umbral determinado, una cantidad mínima de sustancia necesaria para que sea percibido por un organismo normal. Así, por ejemplo, el umbral para el amargo se logra experimentalmente con una solución de sulfato de quinina al 0,004 por ciento.
La impresión y la percepción se aumentan cuanto mayor es la superficie gustativa que se afecta por el estímulo. Para saborear una sustancia de gusto agradable, la extendemos sobre la lengua utilizando para ello el paladar. La sensación persiste cierto tiempo después de la acción del estímulo.
Las impresiones gustativas se perfeccionan por el ejercicio, en relación con un gran desarrollo de las papilas y botones sensoriales, como sucede en el caso de los catadores de vinos y salsas.
Las sensaciones gustativas, actuando como estímulos condicionados, tienen gran importancia en el mecanismo de las secreciones digestivas.
Si bien los receptores del gusto son sensibles a pequeñas cantidades de productos químicos, los receptores del olfato pueden detectar cantidades aún más pequeñas. Los gustos básicos fundamentales son innatos: reacciones automáticas ante ciertas sustancias químicas. Esto está quizá reflejado por el hecho de que las fibras nerviosas de los perceptores del gusto pasan a la médula. Por el contrario, el sentido del olfato depende grandemente de la acumulación de experiencias pasadas (memoria), y los nervios pasan directamente a los hemisferios cerebrales. Es interesante saber que ésta, que es la región más diferenciada del cerebro, ha sido producida por la evolución de las partes olfatorias del mismo (las que tienen relación con el olfato) en los vertebrados inferiores. Es posible, naturalmente, apreciar sabores distintos de los cuatro fundamentales, pero, estrictamente, ello es debido al sentido del olfato, cuyos receptores se encuentran situados en la parte posterior de la nariz.
Los receptores del olfato, juntamente con los

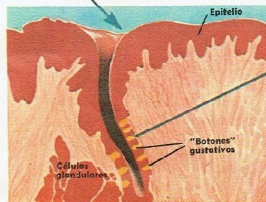


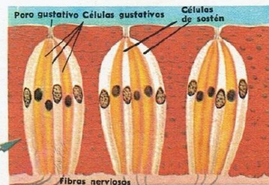
Los insectos están bien equipados con receptores de gusto y olfato. Una alevilla, o polilla "halcón elefante", usa su proboscia para obtener néctar de una flor de madreselva. (Aparte) La antena de una polilla (aumentada) en la que se encuentran los receptores olfatorios.



Muchos animales de caza frecuentan salegares, o lamederos, para obtener sales, que son vitales para su bienestar. Se supone que los sentidos del gusto y del olfato desempeñan un papel importante, que les permite reconocer estas sustancias, imprescindibles para ellos.







(Izquierda) Sección trasversal de dos papilas aumentadas para mostrar la posición de los "botones" gustativos en el epitelio. (Arriba) Una vista sumamente amplificada de tres botones gustativos "vecinos", que muestra las células gustativas y las células de sostén.

de la vista y el oído, forman el "sistema de receptores de distancia". O sea: nos informan de las condiciones a cierta distancia. Las células sensibles están enclavadas en el tejido (epitelio) que reviste la nariz, en el techo de la cavidad nasal, sobre la parte superior de la pared que divide la nariz en dos mitades y sobre el pliegue superior en cada mitad.

La llamada *región olfatoria* de la mucosa *pituitaria* corresponde a su tercio posterior y presenta dos características: ausencia de células vibrátiles, propias de la zona anterior o respiratoria, y presencia del epitelio y células especiales. El epitelio consta a su vez de dos clases de elementos: las células de sostén, que ocupan todo el espesor, y las olfativas (o de *Schultze*). Estas últimas son largos filamentos con un ensanchamiento en el núcleo y que al nivel de la superficie libre presentan como un pincel de hebras finas dotadas de movimientos lentos.

Las células olfatorias son singulares en el hecho de que sus "axones" pasan *al* sistema nervioso central. Generalmente los procesos nerviosos surgen *del* sistema nervioso central.

Están rodeadas por células de sostén, como hemos dicho, y por glándulas. Estas últimas producen un fluido castaño-amarillento que humedece las extremidades de las células olfatorias. Los productos químicos a los cuales los receptores son sensibles se disuelven en este fluido. Su producción continua hace desaparecer los productos químicos que ya han estimulado los receptores, y, de este modo, los deja limpios y preparados para sustancias posteriores.

Todas las células olfatorias tienen la misma estructura. No obstante, podemos apreciar una gran variedad de olores. Mientras que hay relativamente pocos receptores del gusto y pocas fibras nerviosas que parten de ellos, hay muchos receptores del olfato y numerosas fibras nerviosas que llevan señales al cerebro. Dentro de las partes olfatorias del cerebro, las fibras nerviosas se entrelazan y se conectan con otras de un modo muy complicado. Es posible que haya varias clases diferentes de receptores sensibles a diferentes olores.

Puesto que cada parte del lóbulo olfatorio recibe impulsos de una variedad de receptores, a causa de interconexiones complicadas, se puede distinguir todo un conjunto de diferentes sustancias olorosas.

Se han propuesto varias clasificaciones de los olores, pero en general sólo responden a criterios personales de sus autores. Las analogías y diferencias entre los olores resultan distintas para distintas personas, y la experiencia demuestra que un mismo olor puede producir impresiones no siempre análogas en diferentes personas.

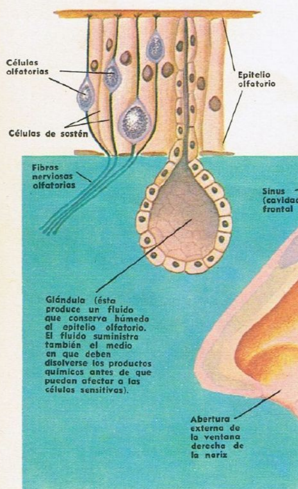
El umbral del olfato varía notablemente para cada olor, siendo pequeñísimo en el caso de algunas sustancias aromáticas. Depende sobre todo de la especie animal. Es bien conocido que la sensibilidad del olfato del perro es muy superior a la humana.

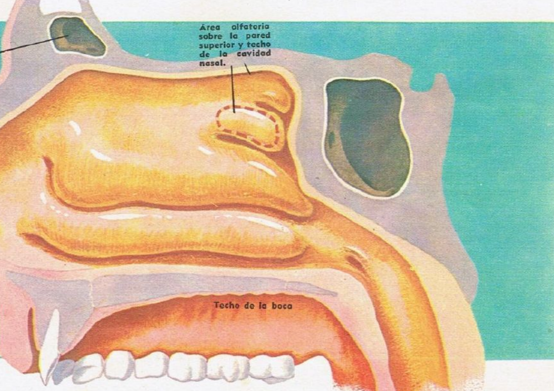
En el caso concreto de la mariposa del gusano de seda, se han hecho experimentos que demuestran que basta probablemente una sola molécula de la hormona segregada por la hembra, para que al ser recibida por la antena olfatoria se desencadene todo el mecanismo de la danza nupcial en el macho. Una particularidad destacable del olfato es la facilidad de adaptación. Un perfume determinado, al cabo de cierto tiempo deja de percibirse. Gracias a esto, es también cierto que un olor desagradable, que al comienzo de percibirse era intolerable, pronto se hace imperceptible. Sin embargo, aunque el olfato se agote para un olor particular, se conserva para los demás olores, lo cual indica que este agotamiento es un fenómeno de adaptación sensorial notable para los distintos olores y no de un proceso de fatiga. En definitiva, no se sabe con seguridad si corresponde a cada excitante, y sus variedades, una clase de células receptoras, como ocurre para el gusto, o si, por el contrario, cabrá achacar la gran variedad de estímulos olfativos a la combinación de unas cuantas sustancias sensoriales.

Desde luego, en el olfato son de gran importancia los fenómenos de recepción asociada: unas veces se asocian dos o más estímulos olfativos, y en otras ocasiones la asociación se establece con estímulos de distinta modalidad, como los gustativos, térmicos, etc.

El método para medir la sensibilidad olfatoria de los sujetos sanos y enfermos, u *olfatometría*, se practica con el olfatómetro de Zwaardemaker. Este instrumento consiste en un tubo cilíndrico construido, bien con una sustancia olorosa, como el caucho, o con porcelana porosa empapada de una solución olorosa; un tubo de cristal graduado, más largo que el anterior y concéntrico con él, se desliza en su interior, de modo que queden al descubierto porciones más o menos largas del primer tubo. El aire que circula por el tubo de cristal, al hacer una inspiración, arrastra partículas olorosas, según la superficie descubierta del tubo oloroso.

El tubo de vidrio se acoda por su extremo libre en ángulo recto para poderse introducir directamente en la fosa nasal. Completa el aparato una pantalla para limitar el campo olfatorio. Se llama *olfatía* a la longitud del tubo odorífero necesaria para provocar una sensación. Esta unidad que, desde luego, es completamente arbitraria, significa la excitación correspondiente al mínimo perceptible de cada olor por un órgano normal. Otro método, algo más perfeccionado, es el procedimiento del soplo de Elsberg y Levy, en el cual la sustancia olorosa se coloca en un frasco provisto de dos tubos. Uno de los tubos se conecta mediante una pieza al interior de las ventanas de la nariz y por el otro se impulsa un volumen conocido de aire, a presión constante, mediante una jeringa desde la botella, mientras el sujeto mantiene la respiración. Por impulsiones sucesivas y graduales en intensidad se va haciendo llegar a la nariz volúmenes cada vez mayores de aire, hasta que el olor es justamente percibido y reconocido. El volumen más pequeño necesario para identificar el olor, recibe el nombre de olor mínimo identificable o coeficiente olfatorio.





La mitad derecha de la cavidad nasal, vista desde el interior, donde puede observarse parte del área olfatoria. (Izquierda) Receptores olfatorios, sus "aniones" y su relación con las células circundantes.

ESTRONCIO Y BARIO

No hay fuegos artificiales completos sin compuestos de los elementos estroncio y bario. Éstos no son responsables de las explosiones mismas, pero se usan en pequeñas cantidades para dar color a las llamas producidas por la combustión de otras sustancias químicas. Las de color rojo intenso son debidas a compuestos de estroncio. Las llamas de color carmesí originadas por el estroncio, también se usan para producir destellos y en la fabricación de balas trazadoras. Este tipo de balas muestra claramente la trayectoria que seguiría una bala real. Los compuestos de bario dan a la llama un color amarillo verdoso bastante bonito (verde manzana).

En análisis químicos los distintos colores que dan a la llama los compuestos de estroncio y bario facilitan su detección. Si introducimos un alambre de platino limpio en una llama de mechero Bunsen, ésta no cambia en absoluto de color. En cambio, si se sumerge primeramente en ácido clorhídrico concentrado, luego en un poco de la muestra que se analiza y finalmente se coloca en la llama del Bunsen, a veces la llama se colorea. Los compuestos de bario dan llamas de color verde manzana, y los compuestos de estroncio dan llamas de color carmesí.

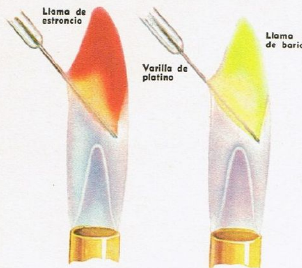
Aunque los colores que proporcionan a la llama son tan diferentes, el estroncio y el bario son dos miembros muy parecidos de una familia de elementos llamados *alcalino-térreos*.

El calcio es el metal más importante de esta pequeña familia. El parecido entre el estroncio y el bario no es sorprendente, así como el que ambos sean químicamente similares al calcio, pues en la tabla periódica de elementos (véase *tomo I, pág. 101*) puede verse que el calcio, el estroncio y el bario tienen las capas interiores de electrones completas y sólo dos electrones en la capa más externa. La diferencia entre ellos estriba en que el bario tiene una capa electrónica completa más que el estroncio, el cual a su vez tiene una más que el calcio.

Los elementos alcalino-térreos tienen sola-



Los colores de estos fuegos artificiales son originados por compuestos de estroncio y bario: el carmesí del estroncio y el verde manzana del bario.



Ensayo a la llama. Las llamas de estroncio son de color carmesí, y las de bario de color verde manzana.

mente dos electrones de valencia, que son los de la capa más externa. Sólo forman iones bivalentes positivos por la pérdida de estos dos electrones. Sus potenciales de ionización son mayores que los de los metales alcalinos, es decir, son algo más activos que éstos. Dentro del grupo, el carácter positivo, que es la capacidad para perder electrones, se hace mayor a medida que aumenta el número atómico, en el sentido calcio, estroncio, bario, radio.

Los iones de estos metales son incoloros. Presentan configuraciones electrónicas idénticas a las de los gases nobles y las diferencias con los metales alcalinos estriban en que los volúmenes de los iones alcalinotérreos son más pequeños y tienen carga doble, por lo que tienden a captar de nuevo con mayor fuerza los electrones que han perdido.

Los compuestos de los metales alcalino-térreos se descomponen con más facilidad que los correspondientes compuestos de los alcalinos, sus hidróxidos son bases más débiles y sus sales se hidrolizan más fácilmente.

Los metales de este grupo se unen directamente con los halógenos; con el nitrógeno forman nitruros y con el fósforo y carbono forman combinaciones binarias análogas. En general, descomponen el agua desplazando el hidrógeno. Con los ácidos reaccionan con facilidad. Sus hidróxidos tienen carácter básico y sus sales son estables. Muchos de sus compuestos son insolubles en agua.

La semejanza entre estos elementos puede plantear problemas, algunos de ellos muy importantes. Un isótopo radiactivo de estroncio, llamado *estroncio 90*, es uno de los productos residuales de las explosiones nucleares. A causa de su semejanza con el calcio, este estroncio radiactivo, al ser ingerido por las vacas, puede ocupar el sitio del calcio en la leche. Hubo ocasiones en las que fue necesario tirar grandes cantidades de leche contaminada para evitar el riesgo de contaminación radiactiva.

De todos modos, el nivel del estroncio radiactivo en la atmósfera se mantiene en constante vigilancia por los centros atómicos de todos los países, ya que en caso de ser ingerido, por medio de la leche principalmente, puede producir enfermedades incurables o malformaciones, sobre todo en los niños. Esto se debe a que el estroncio compite con el calcio en la formación de los huesos, sobre todo en épocas de crecimiento y desarrollo, y el estroncio radiactivo ingerido podría fijarse en lugar del calcio con el consiguiente perjuicio causado por las radiaciones nocivas del estroncio 90.

HISTORIAS DEL ESTRONCIO Y DEL BARIO

Los antiguos químicos aplicaron el término "tierra" a todas las sustancias no metálicas, que eran prácticamente insolubles en agua y no cambiaban notablemente cuando se las calentaba a alta temperatura. Cuando encontraron que algunas tierras se parecían a los álcalis, en que eran capaces de neutralizar a los ácidos y daban además reacción alcalina al ser humedecidos con agua, las subdividieron, quedando una clase particular llamada "terra alkalina".

En principio, en esta clase de tierras alcalinas, se incluyeron la magnesia, el yeso, la baritina y la estroncianita.

La baritina fue encontrada en Italia a principios del siglo XVII y descrita como *espato pesado* por alquimistas italianos, que sospecharon que contenía un metal pesado. También la llamaron *piedra solar* porque al ser sometida al fuego daba en la oscuridad un resplandor rojizo. Posteriormente, a finales del siglo XVIII, Guyton de Morveau, recomendó el término "Barote" (del término griego "baros", que quiere decir pesado) que fue cambiado por *baritina*, de acuerdo con la nomenclatura de Lavoisier. Al metal que contenía este mineral se lo llamó bario. Otro mineral parecido al espato pesado se encontró asociado con el mineral de plomo de las minas de Strontian en Argyleshire (Inglaterra). Pronto se encontraron diferencias con la baritina, y al nuevo mineral se le llamó "strontites" por el lugar en que fue encontrado. El metal que contenía esta tierra recibió el nombre de estroncio.

EXISTENCIA EN LA NATURALEZA

Se ha calculado, aproximadamente, que la abundancia relativa de estos elementos en la litosfera, o corteza de la Tierra de casi 1 kilómetro de profundidad, es la siguiente:

	Calcio	Estroncio	Bario
Porcentaje	3,77	0,02	0,08

En la lista de los elementos, ordenados con arreglo a su abundancia en la corteza terrestre, el estroncio ocupa el lugar 18 y el bario el 16.

PROPIEDADES DE ESTOS METALES

Tanto el estroncio como el bario con metales sumamente reactivos, y, a causa de esto, no se encuentran en estado libre en la naturaleza, sino siempre en forma de compuestos. Los métodos más importantes de obtención de los metales son:

Electrólisis de disoluciones acuosas concentradas con cátodo de mercurio, o bien, electrólisis de algunas de sus sales fundidas (haluros).

Los metales puros tienen poco uso y, por consiguiente, se los obtiene sólo en pequeña escala. El estroncio no tiene usos comerciales, pero el bario se utiliza para quitar los últimos vestigios de aire en las válvulas de radio y televisión.

También se hacen aleaciones de bario con níquel. Esta aleación se utiliza en la fabricación de bujías de encendido para los motores de explosión, y en los cátodos de válvulas de radio, porque cuando se calienta, emite grandes cantidades de electrones.

Los dos metales son de color blanco plateado y muy blandos. El estroncio es, aproximadamente, tan blando como el plomo, y el bario es aún más blando. En el aire el estroncio se oxida con bastante rapidez, mientras que el bario es mucho más reactivo y se inflama espontáneamente cuando está finamente dividido en forma de polvo.

El estroncio y el bario son metales de densidad alta comparados con los otros elementos del grupo. Como hemos dicho, los dos metales reaccionan con el agua a temperaturas ordinarias, pero el estroncio lo hace de modo violento. En atmósfera de cloro, el estroncio arde con incandescencia, si se calienta a 300 °C.

Cristales de minerales de bario y de estroncio.









Resumen de las propiedades más importantes de estos elementos, comparadas con las del calcio.

	Calcio	Estroncio	Bario
Peso atómico	40,08	87,63	137,36
Peso específico	1,55	2,60	3,50
Punto de fusión	842-8°	800°	850°
Punto de ebullición	1240°	1150°	1140°
Potencia normal	—2,83	—2,87	—2,92
Forma cristalina	cúbica	cúbica	cúbica
Carácter básico del óxido		...... aumenta	
Solubilidad del sulfato		...... disminuye	
Solubilidad del hidróxido		...... aumenta	

Aunque los metales mismos tienen pocos usos, esto no es cierto en el caso de sus compuestos, que son muy utilizados.

COMPUESTOS DE ESTRONCIO

Dos compuestos de estroncio se presentan fundamentalmente en la naturaleza. Estos son el sulfato y el carbonato. El sulfato de estroncio, o cristales de celestina, es muy bonito. Estos cristales son normalmente incoloros, pero a veces tienen un suave matiz azulado. Es posible confundirlos con la baritina, o sulfato de bario. Los cristales de estroncianita, carbonato de estroncio, son de color blanco amarillento. También ellos pueden confundirse, a veces, con el carbonato de bario, *witherita*. Una prueba a la llama, hecha con un pedacito del cristal, resuelve inmediatamente el problema. Otros compuestos de estroncio se obtienen normalmente, a partir del carbonato o del sulfato.

El hidróxido de estroncio se obtiene tratando el carbonato con vapor sobrecalentado (vapor calentado a una temperatura muy superior a los 100°C). El hidróxido se puede usar en el refinado del azúcar de remolacha. El azúcar se disuelve en agua y, por lo tanto, es imposible utilizar agua para limpiarlo de sus impurezas. Con el hidróxido de estroncio, el azúcar forma un compuesto insoluble blanco llamado sacarato de estroncio. El sacarato de estroncio se lava con agua y se eliminan las impurezas. El azúcar se recupera pasando una corriente de anhídrido carbónico (gas carbónico) a través del sacarato. El azúcar se redisuelve y se forman partículas sólidas de carbonato de estroncio. Este método no es universalmente utilizado. Muchos países utilizan hidróxido de calcio en vez de hidróxido de estroncio.

A causa de su alto contenido en oxígeno (que favorece la combustión) y del color rojo de la llama, el peróxido de estroncio se usa a veces en la mezcla incandescente para balas trazadoras. El nitrato de estroncio, sin embargo, es más popular para fuegos artificiales corrientes.

COMPUESTOS DE BARIO

Los dos que se presentan naturalmente con mayor frecuencia son la baritina (sulfato de bario) y la witherita (carbonato de bario). A diferencia de los compuestos de estroncio, casi todos los compuestos de bario son venenosos. El sulfato de bario, un polvo blanco, es tan insoluble que no tiene ningún efecto venenoso. En efecto, se utiliza en medicina para la toma de fotografías de rayos X del estómago e intestinos. Naturalmente, los rayos X pasan directamente a través de estas partes del cuerpo y por consiguiente no aparecen en las radiografías. Si el paciente bebe un poco de "leche" de sulfato de bario, ésta marca el estómago e intestinos ya que bloquea el trayecto de los rayos X gracias al elemento pesado que contiene, y, por consiguiente, se obtiene una radiografía de estas partes del cuerpo.

En contraste, el carbonato de bario, que es soluble, se utiliza como veneno para las ratas. El fluosilicato de bario se usa, con preferencia a compuestos de arsénico, para matar insectos que atacan a la fruta y a las legumbres.

Grandes cantidades de óxido de bario se obtienen calentando fuertemente el carbonato de bario con carbón en polvo en hornos especiales. La mayor parte de este óxido se convierte en peróxido de bario, del cual se fabrica peróxido de hidrógeno (agua oxigenada). También se usan pequeñas cantidades de óxido para el secado de gases. El peróxido de bario es también un agente de secado muy efectivo.

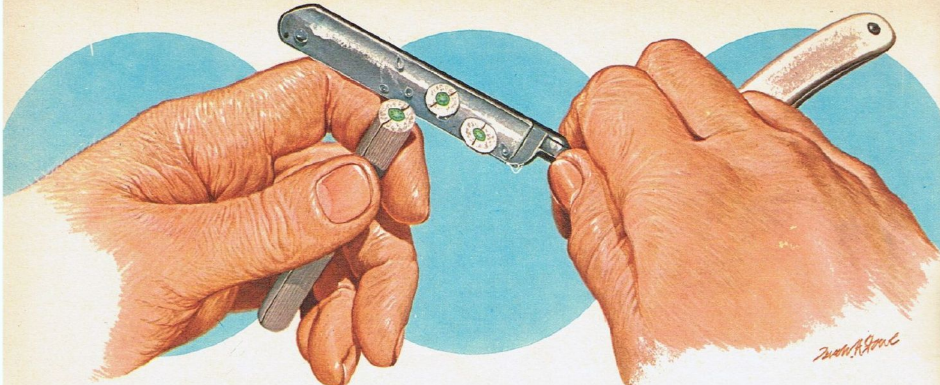
Desde hace unos años, el mineral baritina ha adquirido una gran importancia para la industria del petróleo. Como otros compuestos de bario, es sumamente pesado o denso. Aprovechando esta propiedad, el mineral se pulveriza y se convierte en barro o lodo pesado que se echa en pozos de petróleo y retiene los gases que se escapan durante la perforación. El lodo pesado también lubrica el taladro, mientras se verifica la perforación, y saca consigo a la superficie los pedacitos de roca resultantes de la perforación.

La baritina (sulfato de bario) es también el constituyente principal en el pigmento blanco llamado *litopon*. La pintura de litopon no es venenosa ni se ennegrece por el sulfuro de hidrógeno de la atmósfera, como la pintura de plomo. Sin embargo, tiene el defecto de no "cubrir" muy bien, por lo que, en general, se mezcla con el blanco de plomo. El litopon se fabrica mezclando, en solución, el sulfuro bárico y el sulfato de cinc. Por reacción se obtienen el sulfato de bario y el sulfuro de cinc. Ambos compuestos son insolubles, blancos, e inalterables a la atmósfera. El precipitado obtenido, una vez seco, se calienta y se enfría bruscamente.

El litopon también se utiliza como carga o relleno en la fabricación de diversos productos industriales, como gomas, linóleum, materiales celulósicos y otros muchos.

Azúcar de remolacha purificado con hidróxido de estroncio. Partículas sólidas de sacarato de estroncio, del que se regenerará mediante el anhídrido carbónico.

El lodo pesado, hecho de baritina machacada, se utiliza para lubricar el taladro durante la perforación petrolera, para retener los gases que se escapan bajo control y para llevar trocitos de roca a la superficie.



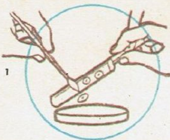
OBTENCIÓN Y TEÑIDO DE CORTES

CIENCIA GENERAL

La estructura interna de las plantas se estudia principalmente mediante el examen microscópico de cortes muy finos. Estas secciones finas, o cortes, suministran mucha información sobre la estructura de las células que forman la planta y cómo varían en distintas partes de la planta. El equipo que se necesita para obtener cortes incluye una navaja de afeitar afilada de la clase que se muestra, un pincelito fino, cierto número de vidrios de reloj y portaobjetos para el microscopio.

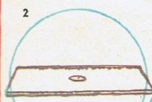
Cuando se trabaja con material delicado (especialmente hojas) se usan pedazos de médula de sauco (el de ramitas no muy tiernas es ideal) para manejar el material. Se montan la médula y la muestra como se indica en la figura y se corta con la navaja de través hacia el cuerpo, seccionando las rebanadas finas que se necesiten. Del mismo modo se obtienen secciones trasversales y longitudinales.

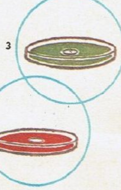
El material a estudiar debe conservarse humedecido en agua (para material fresco) o alcohol (muestras guardadas), para evitar que se encoja. Las secciones que se hacen con la navaja se sumergen en alcohol o en agua y se limpian con el pincel. Para un examen rápido, los cortes se colocan en un portaobjetos con una gota de glicerina. Las preparaciones que hayan resultado suficientemente finas para que puedan apreciarse ya las células deben ser teñidas para uso permanente. La tinción es un procedimiento que consiste en añadir tintes que muestran los distintos tejidos en colores diferentes. Muchos tintes son solubles en alcohol, por lo que antes de teñirse los cortes han de ser colocados en este disolvente. Después de permanecer sumergido durante un cierto período en el tinte o tintes, el corte se pasa a una serie de vidrios de reloj llenos de alcohol, que se encargan de eliminar el agua y el exceso de tinte. El alcohol se elimina sumergiendo los cortes en aceite de clavo o en benceno, y, entonces, el corte se coloca en un portaobjetos limpio, con una gota de bálsamo de Canadá (cola resinosa). Un cubreobjetos de vidrio fino se coloca encima y se fija la preparación calentando el bálsamo hasta endurecerlo. La preparación (con una etiqueta adecuada) puede entonces guardarse y examinarse siempre que sea necesario. Los detalles sobre el tiempo de exposición para la tinción varían con el tinte y el material en estudio. Deben buscarse en un libro de texto o deducirlos por la práctica.

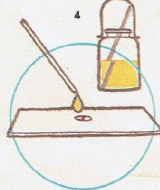


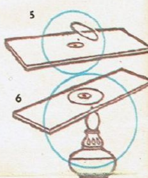
Tintes utilizados en preparaciones vegetales

TINTE:	EFECTO:
Hematoxilina	Las paredes de la célula se tiñen todas de púrpura.
Safranina + verde claro	Las paredes lignificadas se vuelven rojas. Las paredes de celulosa se vuelven verdes.
Safranina + hematoxilina	Los tejidos de celulosa se vuelven rojos. Los tejidos de celulosa se vuelven azules.
Cianina + castaño Bismarck	Los tejidos lignificados se vuelven azules. Los rejidos de celulosa se vuelven castaños.









(1) Los cortes se trasfieren de la navaja de afeitar al vidrio de reloj y se colocan luego en un portaobjetos (2) para ser examinados. Todos los que son apropiados para teñido permanente se pasan por los tintes (3) y alcoholes y se montan en un portaobjetos limpio, con bálsamo de Canadá (4) y un cubreobjetos (5). El calentamiento por medio de una lámpara de alcohol (6) endurece el bálsamo y la preparación (con etiqueta adecuada) puede guardarse.

FABRIL 12-6-61



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

UNA NUEVA IMAGEN DE LA TIERRA

En la pág. 230 del Tomo II de TECNIRAMA, al hablar de las traslaciones continentales, expusimos la reciente teoría del sistema de corrientes de convección. Según la teoría, estas corrientes se producen en el seno de la capa basáltica sobre la que descansan los continentes, y con ella se pretende justificar y explicar el fenómeno de las traslaciones continentales.

Recientemente, se han reunido en Londres diversos investigadores que estudian el tema. Como resultado de esta conferencia, la realidad de las traslaciones continentales parece aceptada como un hecho incontrovertible.

Por tanto, debemos desterrar nuestra antigua idea de la Tierra como un planeta rígido y fosilizado, y sustituirla por la de una esfera plástica en actividad. Los continentes se mueven, gigantescos trozos de la corteza terrestre se trasladan horizontalmente cientos o miles de Km., Europa y América se apartan progresivamente, mientras que se abren fisuras en el noroeste de África y en California.

Estas traslaciones tienen lugar, naturalmente, en una escala de tiempo geológica (millones de años). Sin embargo, parece cierto que la anchura del Atlántico se hace unos centímetros mayor cada año.

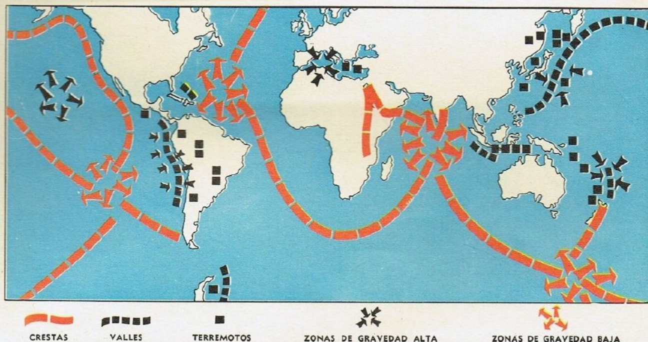
A los argumentos geológicos, originales del iniciador de la idea, A. Wegener, siguieron medidas del magnetismo de rocas antiguas. Como resultado de estas medidas se encontró que su norte magnético apuntaba muchas veces en distinta dirección del presente polo norte magnético, lo cual indicaba que los continentes habían cambiado su posición con respecto a los polos.

El progresivo conocimiento del fondo oceánico proporciona también datos de vital interés en apoyo de la teoría de las traslaciones continentales. En este sentido, es importante señalar la existencia de grandes "crestas" que cruzan el fondo de los océanos, y de gigantescas traslaciones horizontales de dicho fondo, generalmente asociadas con las crestas. Según la teoría de las corrientes de convección internas, estas crestas pueden ser originadas por la ascensión de masas calientes procedentes del interior de la Tierra, las cuales, al subir a la capa subcortical y trasladarse horizontalmente, arrastran consigo las partes de la corteza terrestre que están en contacto con ellas.

Debajo de los continentes, o en zonas muy próximas, parece como si hubieran corrientes descendentes que tragasen esas masas, facilitando así su camino de vuelta hacia el interior de la Tierra. Este hecho podría explicar los profundos valles oceánicos existentes en el borde occidental de América del Sur y en otras zonas de frecuentes terremotos y volcanes.

Los satélites artificiales han proporcionado nuevos datos, al demostrar que la Tierra presenta zonas donde la gravedad es mayor que la normal, y otras en donde es menor. Es posible justificar teóricamente que las zonas de "baja gravedad" son debidas a masas calientes que se encuentran subiendo hacia la corteza, mientras que las de "alta gravedad" corresponden a columnas descendentes, lo que está de acuerdo con la situación y distribución de "crestas" y "valles".

Si observamos la figura adjunta, podemos comprobar que las zonas de gravedad "baja" están situadas sobre las "crestas" oceánicas mientras que las zonas de gravedad "alta" están cerca de los "valles". En la actualidad, las investigaciones intentan determinar el número y posición de las corrientes de convección internas, así como su distribución en el seno de la Tierra.



CRESTAS — VALLES — TERREMOTOS — ZONAS DE GRAVEDAD ALTA — ZONAS DE GRAVEDAD BAJA

CEREBROS HUMANOS TELEDIRIGIDOS

Quizá sea posible algún día dirigir el cerebro de los individuos y crear seres humanos teledirigidos. Los extraordinarios resultados a que han llegado un grupo de investigadores estadounidenses nos hacen creer en la posibilidad de tal empeño. La meta que se han propuesto es la de influenciar el cerebro de un hombre vivo, utilizando para ello unos minúsculos electrodos que son introducidos en la corteza cerebral.

En Francia, Canadá y EE. UU., se han realizado experiencias de este tipo sobre gatos, cabras y monos. Para ello, se introducen, como decimos, unos microelectrodos en puntos muy determinados del cerebro de los animales. A través de cables eléctricos ligados a los electrodos, se comunican a las células del cerebro pequeños impulsos eléctricos, tan débiles que nuestra piel es incapaz de notarlos. Los impulsos son semejantes en magnitud a los impulsos nerviosos naturales de las neuronas. De este modo, puede lograrse que un gato se mantenga en equilibrio sobre tres patas, o que una cabra salte, o que un mono vuelva la cabeza.

El mismo método permite, igualmente, tratar los casos de epilepsia, operando directamente sobre el centro mismo, responsable de dicho mal. La enfermedad de Parkinson, el baile de San Vito y algunos otros desequilibrios del sistema nervioso central, han sido ya tratados con resultados satisfactorios en Nueva York.

El gobierno de los EE. UU. ha tomado muy en serio estas investigaciones y ha decidido subvencionarlas parcialmente. En el espíritu de todos los hombres de ciencia que trabajan en esta vía, está la profunda responsabilidad de las investigaciones, así como sus posibles limitaciones. En este sentido, el Dr. Heath afirma que "el comportamiento humano puede ser dirigido, pero el hombre nunca llegará a ser un robot, ya que nuestros electrodos modifican la actividad normal de las neuronas, pero no crean ningún estado permanente".

Estas investigaciones nos permitirán, pues, conocer y comprender mejor el funcionamiento de un órgano tan complejo y pueden significar un gran paso adelante en el terreno de la biología. Privadas de un objetivo científico, estas experiencias podrían ser de tan graves consecuencias que hemos de confiar en el respeto que los investigadores sienten por su trabajo y por el hombre.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

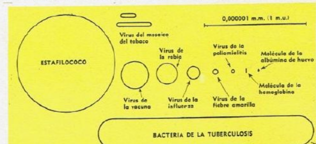
A. R. M. — Me interesaría saber por qué se añade sal a la nieve en las calles después de una nevada.

El punto de solidificación de un líquido desciende cuando contiene alguna sustancia disuelta. Este descenso es proporcional a la concentración de la sustancia disuelta. Al añadir **anticongelantes** al agua de refrigeración del motor de los automóviles, rebajamos su punto de solidificación, consiguiendo de esta forma que permanezca líquida a temperaturas cercanas a los 0° C. El punto de solidificación de una disolución de sal común en agua es, aproximadamente, — 20° C.
Recordemos que el punto de fusión de una sustancia pura es un estado de equilibrio en el que pueden existir ambas fases, sólido y líquido. Agua y cristales de hielo, a la presión normal, sólo pueden existir a la temperatura de 0° C. Igualmente, en el caso de la disolución saturada de sal común, los cristales de hielo sólo pueden existir en equilibrio con la disolución líquida a la temperatura de — 20° C. Por encima de esta temperatura, los cristales de hielo toman calor del medio ambiente y funden. Éste es, pues, el motivo de añadir sal a la nieve: ayudar a que funda y se convierta en agua.

CONSULTAS AGRUPADAS

J. L. G. del H. — Los efectos del **baño frío** son muy curiosos. Primeramente, el frío determina una intensa vasoconstricción cutánea, que hace que la piel quede blanca. Al salir del baño, se produce la consabida reacción, caracterizada por una vasodilatación rápida que llevando sangre abundante a la dermis, la calienta y la enrojece. Por este motivo, es conveniente el baño frío para entrar en calor, como también lo es el frotarse con nieve.

F. G. — En la figura le indicamos el tamaño relativo de ciertas bacterias, virus y moléculas proteicas.

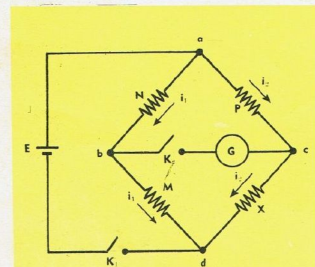


M. G. R. — Evidentemente, la denominación de los días de la semana se corresponde con la de los planetas. Aunque éstos eran ya conocidos, y fueron denominados en la civilización babilónica, han persistido los nombres latinos. Así, comenzando con el domingo, tendríamos los días del Sol, de la Luna, de Marte, Mercurio, Júpiter, Venus y Saturno, que eran los astros conocidos en aquella época. Sábado proviene del Sabatt judío. El cristianismo aportó igualmente su contribución, cambiando la denominación del Sol (que se conserva en los países de habla germánica, por ejemplo, en inglés: Sunday) por la de día del Señor, Domingo.

Y PARA CONCLUIR...

SEPAMOS CÓMO SE CALCULA

La resistencia de un conductor. — El montaje del puente de Wheatstone, representado en la figura, se utiliza mucho para efectuar medidas rápidas y precisas de resistencias. Fue ideado en 1843 por el físico inglés Charles Wheatstone a quien debe su nombre.



En la figura, M, N y P son resistencias variables previamente graduadas, y X representa la resistencia desconocida. Para utilizar el puente se cierran los interruptores K_1 y K_2 y se modifica la resistencia P hasta que el galvanómetro Q no acuse ninguna desviación. Ello quiere decir que los puntos b y c se encuentran al mismo potencial, o en otras palabras, la caída de potencial entre a y b es la misma que entre a y c.

Análogamente, la caída de potencial entre b y d es igual a la existente entre c y d. Puesto que la intensidad de corriente que atraviesa el galvanómetro es nula, la intensidad que circula por M es la misma que la que atraviesa N, o sea i_1, y la que circula por P es igual que la que recorre la resistencia incógnita X, o sea i_2. Puesto que $Vab = Vac$, podemos escribir con arreglo a la ley de Ohm que:

$$i_1 N = i_2 P$$

y puesto que:

$$Vbd = Vcd:$$
$$i_1 M = i_2 X$$

dividiendo miembro a miembro estas dos ecuaciones obtenemos para el valor X de la resistencia incógnita esta sencilla expresión:

$$X = \frac{M}{N} . P$$

Por consiguiente, si se conocen M, N y P puede calcularse X sin dificultad. Para facilitar el cálculo, la razón M/N es, en la práctica, una cierta potencia entera de 10, tal como 0,01, 1, 100, etc.

EL ARTE MILITAR DE LAS HORMIGAS

Estudiando el comportamiento de las hormigas de la jungla de América Central, se ha podido comprobar que conducen sus operaciones como si fueran un pequeño ejército.
Durante dos semanas, llevan a cabo operaciones de avanzada en escuadras de asalto, constituidas por colonias que avanzan separadas entre sí por unos 20 metros. Todas las tardes, el grupo se reúne, instala su campamento provisional y se constituye un consejo de hormigas formadas en círculo, cuyo centro ocupan la reina, sus príncipes consortes y otras autoridades. Al día siguiente, se reanuda la partida. Después de estas dos semanas de avanzada, el campamento se hace permanente, y durante otras tres semanas sólo se llevan a cabo cortas misiones de rastreo y exploración con vuelta al campamento base. Al cabo de este tiempo, la avanzada continúa... ¿No es esto una verdadera lección de arte militar?

FRASE DE LA SEMANA.

Dijo Fresnel, físico francés: "Yo no trabajo para merecer los aplausos del mundo, sino para obtener mi aprobación interna, que siempre ha sido la recompensa más satisfactoria a todos mis esfuerzos".

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	30.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ.	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	3.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos	0,75	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4.—
									*VENEZUELA,	Bolivares	1,25

Aparece todas las semanas

*Distribución a partir del 10 de agosto de 1964

Nº 44

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: Prof. Francis BITTER (Inst. Tecn. Massachusetts), carburadores. Prof. Burris B. CUNNINGHAM (Lab. Química y Radiaciones, Univ. California), el calcio. John J. EGAN (Union Carbide Metals Company), corte de metales en el taller mecánico. Dr. Víctor R. GARNER (Of. de Inv. Dpto. de Agricultura, USA.), la cosechadora. Allen L. HANSON (Prof. Química, St. Olaf College), licuación de gases. Dr. E. HEINKEL (Alemania), la cosechadora. Dr. Louis KAPLAN (Argonne National Laboratory), licuación de gases. Prof. M. KARSTEN (Berlín), retroceso de un osciloscopio. Prof. J. KLEIBER (Berlín), la cinta magnética. George LEDYARD STEBBINS (Prof. Escuela Agricult., Univ. California), la cosechadora. Dr. Thomas E. LEONTIS (The Dowmetal Produc. Co.), corte de metales en el taller mecánico. Dr. Mark L. NICHOLS (Of. máquin. agrícolas, Dpto. de Agricultura, USA), la cosechadora. Robert G. PARR (Inst. Tecn. Carnegie), la cinta magnética. Amran SCHEINFELD (Seminario de Genética Humana, Univ. Columbia), los que todavía viven en la Edad de Piedra. Lothar STERN (Prof. de Electrónica, New York), retroceso de un osciloscopio.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada uno, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por
EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES
CODEX
AÑO I
TOMO IV
Nº 44

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana, Carrera 7ª Nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S.A., Santo Domingo 1175, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela DC. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. Responsable Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S.A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** C. A. Venezolana de Publicaciones, Principal a Santa Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA

LOS QUE TODAVÍA VIVEN EN LA EDAD DE PIEDRA. — Los esquimales, que técnicamente están en la Edad de Piedra, usan una perforadora de hueso con punta de madera para encender fuego.

Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina

NOTICIAS DE HOY

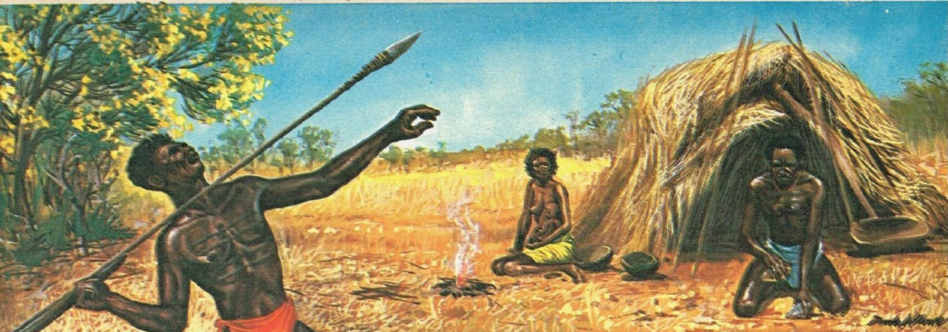
La dietilamida del ácido lysérgico y las emociones fuertes. — La dietilamida del ácido lysérgico, droga conocida más brevemente con el nombre de LSD-25, es una sustancia peculiar que produce al que la ingiere alucinaciones, euforia, ansiedad, trasformación del mundo exterior, impresiones de desmaterialización de su propio cuerpo, y otros muchos curiosos y extraños efectos.
Una vez que el paciente toma la droga, se le nubla la vista, la habitación en la que se encuentra comienza a encogerse, mientras que los objetos se deforman, los colores presentan matices extraños, su cuerpo se les escapa, sus brazos se alargan, sus piernas "se transforman en agua"...
Éstas y otras sensaciones son las producidas por el LSD-25, según impresiones narradas por los propios experimentadores.
Esta droga se emplea en neuropsiquiatría, pues la actividad cerebral desordenada que produce, hace revivir en el enfermo mental, con intensidad, consecuencia y rapidez, recuerdos y escenas que ayudan al psiquiatra a conocer mejor la enfermedad. Los médicos especialistas son los únicos que están autorizados para administrar esta droga.

Salchichas de agua dulce. — Un enorme depósito con la forma de una salchicha, confeccionado con nilón y revestido con otro plástico impermeable, neopreno, surte de agua dulce, desde hace unos meses, a las islas Cícladas al sur del mar Egeo, entre Grecia y Turquía. Esta "salchicha" va equipada con unos flotadores de plástico hinchables. Puede contener hasta 1.000 toneladas de agua (1 millón de litros) aproximadamente. Cada semana se llena de agua en la costa griega, y un pequeño remolcador la trasporta hasta las Cícladas. En la actualidad, se está estudiando el aspecto económico de esta operación, ya que, en caso de ser rentable, podría utilizarse para llevar agua dulce a territorios semidesérticos de África y Sudamérica.

NOTICIAS DE MAÑANA

Las ciudades del futuro. — ¿Cómo serán las ciudades del futuro? ¿Cómo influirán las nuevas necesidades y los progresos de la ciencia y la tecnología en nuestra forma de vivir? Los arquitectos de hoy sueñan con hacernos vivir en sus torres de Babel de acero, vidrio o materias plásticas, asépticos, climatizadas, y aisladas de todo ruido, concebidos pensando en el confort y salubridad de su morador. ¿Qué vendrá después?
El arquitecto estadounidense R. Buckminster Fuller puede tener la palabra. Ya ha registrado su patente de la "domo geodésica", especie de cúpula gigantesca formada por especiales estructuras geométricas revestidas de plástico, que combinan óptimamente ligereza y resistencia, y ha proyectado una que cubriría la mayor parte de Manhattan (Nueva York). En el interior de una de estas cúpulas, o de algún otro sistema de membrana trasparente, podría crearse un clima artificial a gusto de sus habitantes.
Llegará un tiempo o época, aseguran los proyectistas más atrevidos, en el que la arquitectura misma y los materiales de construcción desaparecerán. Existirán casas de paredes de vidrio, o plástico, y tendrán techos de aire comprimido que aislarán de la lluvia, del frío y del viento. Incluso el mobiliario desaparecerá, pues, por ejemplo, dormiremos sobre confortables colchones de aire... ¿Viviremos, aún, para comprobarlo?

Pequeñas explosiones nucleares como elementos propulsores de cohetes. — La energía atómica liberada en pequeñas explosiones nucleares será utilizada en la propulsión de las futuras naves espaciales, las cuales serán capaces de llevar una carga de millones de toneladas a través del sistema solar. Así se indica en el informe anual de la Smithsonian Institution.
Para llevar a cabo un viaje de ida y vuelta a la Luna, o para escapar del sistema solar, los cohetes deben alcanzar una velocidad de unos 20 Km por segundo. Viajes de ida y vuelta a Venus y Marte exigen una velocidad entre 20 y 30 Km por segundo. Los satélites con órbita terrestre requieren solamente velocidades de unos 10 Km/seg. Los actuales cohetes, que utilizan generalmente un combustible híbrido, sólido-líquido, no serán capaces de proporcionar suficiente energía para vuelos más largos, y por esta razón los estudios que actualmente realizan los expertos están dedicados al empleo de la propulsión nuclear. El informe estima que la propulsión por explosión nuclear entrará en juego a principios de la próxima década.



Algunos aspectos de la vida de los aborígenes australianos. El "disparador" especial para la jabalina refuerza la velocidad y el alcance de ésta.

LOS QUE TODAVÍA VIVEN EN LA EDAD DE PIEDRA

En nuestro tiempo, en la época de la energía atómica y del automatismo, es frecuente asombrarse al conocer los detalles de la vida de nuestros antepasados en la *Edad de Piedra*. Conocemos mucho acerca de sus herramientas, que se han conservado muy bien (según observamos en los museos), y podemos advertir cómo van perfeccionándose gradualmente en su proyecto y ejecución a lo largo de los tiempos prehistóricos.

Probablemente los primeros instrumentos fueron de madera, quizá con las partes que deben ser más resistentes endurecidas por la acción del fuego; pero, como es lógico, tales herramientas y armas de madera no se han conservado. Las que conocemos son pedazos desmenuzados de pedernal.

El trabajo que se daba a estos primeros instrumentos era tan imperfecto, que hoy día surge con frecuencia la duda de si, en algunos casos, se trata de productos de la industria humana o de fragmentos alterados por la naturaleza de forma más o menos caprichosa. Éste es el caso de los fragmentos de roca encontrados con frecuencia junto a algunos restos fósiles primitivos *(Australopitécidos)* y cuya importancia es muy grande, ya que su estudio permite conocer la época de la aparición de hombres "inteligentes". Otros restos, ya tienen signos indudables de la acción humana, como las sencillas hachas de mano de la *Edad Paleolítica*, o primitiva edad de piedra.

La técnica de tallar y labrar el pedernal fue mejorando lentamente, de forma que al finalizar la Edad Paleolítica —hace unos 12.000 años— existía ya una variedad de herramientas que constituía un equipo completo para la mayoría de las necesidades primarias. De esa época conocemos: hachas, cuchillos, rascadores y puntas de lanza y flecha. Todas las herramientas de piedra de este período muestran un trabajo basto, producido por medio de golpes con otra piedra para que saltasen esquirlas del pedernal e ir dando así forma al instrumento.

El pedernal no tiene una estructura cristalina tal que produzca roturas por planos o superficies predeterminadas al ser golpeado, sino que el plano de rotura tiene una forma más o menos esférica, lo cual facilita su talla, sobre todo para conseguir filos cortantes, que tenían siempre un perfil aserrado.

Esta característica, unida a su dureza, hizo que lo prefiriesen artesanos de la Edad de Piedra.

En la evolución que experimentan estos instrumentos, se observa que la talla va siendo cada vez más fina, siendo más pequeño el tamaño de las esquirlas desprendidas y más numerosos los golpes.

En la edad siguiente, llamada *Mesolítica*, se hacen importantes las armas e instrumentos de hueso. El trabajo del hueso hizo posible la aparición de anzuelos para pescar (provistos de púas), y de arpones con varios ganchos que aseguraban la permanencia del arma en la herida. Los utensilios de piedra de este período se van haciendo cada vez más complicados y de confección más elegante. En esta época son ya evidentes las muestras de pulido y bruñido, lo que se conseguía probablemente frotando sobre arena húmeda.

Durante la edad siguiente, la *Edad Neolítica* (de hace unos 5.000 años), el pulido de la piedra se hace general. Las pruebas arqueológicas demuestran que en este período aparece por primera vez una agricultura incipiente.

Las primeras herramientas metálicas se encuentran a partir de la *Edad de Bronce*, hace unos 4.000 años. Unos 1.000 años más tarde aparece el uso del hierro, que sustituye al bronce, y que desde entonces se hace el metal de más importancia. Al principio de la Edad del Bronce se inventó la rueda, y ya existían pequeños poblados o aldeas (rudimentos de organización social).

Todos estos datos se refieren a las armas y herramientas de piedra y de metal de nuestros antepasados, que son las que mejor se han conservado, pero ¿qué decir del resto de sus utensilios, de sus costumbres y modo de vida? Bastante de esto puede todavía conocerse por los restos arqueológicos, pero una forma interesante de informarse, es dirigirse a distintas tribus actuales. Hay actualmente una serie de éstas en partes aisladas del mundo, que continúan utilizando herramientas semejantes a las fabricadas por los pobladores del mundo prehistórico. Podemos suponer, por lo tanto, que su manera de vivir debe asemejarse bastante a la de nuestros antepasados prehistóricos, si excluimos algunas ligeras interferencias del hombre civilizado.

El hecho de que estas costumbres y tipos de "industria" sigan conservándose, se explica frecuentemente por razones geográficas; la existencia de barreras (el mar, grandes extensiones desérticas), que han dejado a estas comunidades aisladas de los núcleos en que la marcha de la civilización ha sido más rápida, y los ha mantenido privados durante muchos siglos de la comunicación de los hallazgos científicos y técnicos. Así ha ocurrido, por ejemplo, en la parte del continente africano situada al sur del desierto de Sahara, donde el hombre civilizado no penetró de manera profunda hasta época muy reciente.

Dentro de estas mismas comunidades ocurren, a veces, casos de superaislamiento por otras razones. Tal es el caso de los pigmeos de África Central. Esta raza de pequeña talla y desfavorecida físicamente, ha buscado en el aislamiento, y en la subsistencia de bosques difícilmente accesibles, el modo de sobrevivir. Por esto, su cultura y forma de vida han quedado muy atrasadas, incluso en comparación con las de las tribus vecinas.

Las culturas actuales más simples están representadas por los aborígenes australianos, los bosquimanos de Sudáfrica, y diversas tribus asiáticas y americanas. Su cultura es de tipo paleolítico y todos ellos viven de la caza de animales y de la recolección de frutas y vegetales

silvestres. Sus propias vidas dependen de su pericia en la caza y de su habilidad en la recolección de alimentos, ya que no hay medio de "comprarlos". Las únicas necesidades de estos hombres son la alimentación y el equipo necesario para obtenerla, necesidades que han de satisfacer contando solamente con el medio que les rodea.
Este modo de vida se llama *economía de subsistencia*. La proporción en que la caza entra en sus actividades, depende mucho del área en que habitan.
Los pigmeos *Semang* de las selvas malayas, viven en la zona tropical húmeda, encontrándose en un ambiente en el que abundan extraordinariamente los productos vegetales, como raíces comestibles, frutos, tubérculos, etc. Su caza se limita a los animales pequeños, como los pájaros, ardillas y, ocasionalmente, cerdos salvajes.
Por el contrario, los bosquimanos que habitan el desierto africano de Kalahari, donde sólo crecen hierbas duras y plantas espinosas, y los productos vegetales son muy escasos, viven fundamentalmente de la caza (por ejemplo: del antílope). Los antílopes y otros grandes mamíferos cazados por ellos son los que realizan el aprovechamiento de la vegetación, inadecuada para el hombre como alimento.
La caza y la recolección de alimentos silvestres imponen a estas gentes una forma de vida llamada *nomadismo*, caracterizada por el continuo traslado a través de grandes extensiones de terreno. Si habitasen de forma permanente en el mismo lugar, pronto acabarían con los recursos naturales a su alcance.
La aparición de la agricultura en épocas prehistóricas fue un hecho importante, en cuanto impulsor de la civilización, ya que permitió el asentamiento estable de las tribus y con ello el perfeccionamiento de las viviendas y de las industrias que necesitan ciertas instalaciones permanentes.
No obstante, entre las tribus primitivas actuales se observa una cierta agricultura itinerante o nómada, caracterizada por el abandono de los cultivos en cuanto éstos dejan de ser rentables (lo que ocurre muy rápidamente en las condiciones tropicales) y el ir a establecerse a otro lugar después de haber aclarado la vegetación natural mediante el fuego.
Los incendios de la vegetación son también una norma en muchas tribus actuales africanas, que los usan como procedimiento de caza en gran escala.
Todas estas prácticas parecen explicar la presencia de semidesiertos y zonas de vegetación herbácea en regiones en las que el bosque tropical debería estar presente.
Las tribus nómadas cazadoras viven en pequeños grupos familiares *(clanes)*, cada uno de los cuales parece tener un territorio de caza determinado. Los hombres de mayor edad son los guías, pero no hay jefes o caudillos.
Los aborígenes australianos cazan con lanzas y palos, ya que no disponen de arcos ni flechas. Ésta es una de las razones que induce a creer que la suya es la más primitiva de todas las civilizaciones. No obstante, disponen de un instrumento peculiar: el *bumerang*, que es un palo curvado que utilizan como arma arrojadiza. Su forma, y el movimiento especial con que se lanza, hacen que sea un arma recuperable cuando se yerra el tiro, ya que vuelve hacia el tirador, cambiando bruscamente de trayectoria. El aborígen australiano maneja el bumerang con una destreza espectacular, pudiendo derribar aves en vuelo. Otros instrumentos del indígena australiano son los "disparadores" de jabalinas o venablos que, por otra parte, se encuentran en todas las comunidades que se sirven de lanzas arrojadizas. Estos disparadores son instrumentos sencillos, pero ingeniosos, que permiten alcanzar grandes distancias de disparo, aumentando la longitud de palanca del brazo (véase la ilustración). Las jabalinas así lanzadas tienen la punta de pedernal, como las de los hallazgos arqueológicos europeos, o bien de madera endurecida por una semicarbonización por acción del fuego.
Los bosquimanos, los semang y muchas tribus del Amazonas, entre otras, utilizan venenos para emponzoñar sus armas arrojadizas. La composición de estos venenos varía grandemente, según las áreas geográficas, predominando los extraídos de plantas, como el *curare* (obtenido de lianas de la zona amazónica, y que produce una muerte por asfixia, por la parálisis de los músculos respiratorios), y el *estrofanto*, que ataca al corazón. Este último veneno lo utilizan las tribus del golfo de Guinea en África. Otras tribus emplean toxinas o venenos cadavéricos, obtenidos de cadáveres animales en putrefacción.
Excepto en el caso de los aborígenes australianos, el uso del arco y las flechas es casi universal, aunque la construcción de estas armas y su forma varía grandemente. El tamaño del arco varía desde unos pocos centímetros, como el usado por los pigmeos del África Central (que cazan los animales por sorpresa, aproximándose cautelosamente entre la densa vegetación, después de muchas horas o incluso días de acecho), y el gran tamaño de los arcos de la Amazonia, que sobrepasan en altura a una persona y que permiten la caza de monos y de pájaros en las ramas altas de los árboles de la selva tropical.
La fabricación de un arco y de sus flechas es un trabajo largo y complicado, que emplea durante meses al cazador primitivo. Es necesario ir secando la madera del arco y dándole la forma conveniente, evitando toda deformación que sería perjudicial para la precisión del arma. El arco y las flechas, con sus estabilizadores emplumados, permiten la caza a distancia de grandes animales, como la del bisonte o "búfalo" por las antiguas tribus de Norteamérica, que empleaban no sólo las manos, sino también los pies para dar mayor tensión a sus arcos y conseguir una gran penetración de las flechas.
La caza del bisonte con arco ha intentado repetirse en Norteamérica con fines deportivos, usando arcos y flechas modernos, pero sin ningún resultado.
Muchas tribus son capaces de acertar con las flechas a pájaros al vuelo, empleando a veces puntas de piedra romas que atontan solamente a las aves, permitiendo una conservación posterior más fácil.
En todas las comunidades cazadoras y reunidoras de alimentos, son los hombres los que cazan, mientras que las mujeres se ocupan de la recolección de alimentos vegetales. Para trasportarlos, usan sacos tejidos de fibras naturales de corteza o, incluso, de su propio pelo. En Australia, se usan tiras de corteza enrolladas y atadas para llevar pedazos de pedernal y otros objetos. El *palo de cavar* es una pieza importante del equipo australiano. Es, simplemente, una especie de bastón de alrededor de un metro de largo, utilizado para desenterrar las raíces jugosas que, con frecuencia, son la única fuente disponible de agua. Con el palo, se usa frecuentemente una piedra especial para conseguir un efecto de palanca más eficaz.
Las hachas y cuchillos de piedra se hacen fijando las piedras afiladas en mangos de madera, por medio de sustancias resinosas. El trabajo de las piedras recuerda al de los tiempos paleolíticos.
Los pocos vestidos que llevan se hacen de fibras de plantas, cortezas y pieles. Los albergues se hacen también a base de estos materiales. En el caso de los bosquimanos, o de los australianos, unas cuantas ramas clavadas en el suelo y cubiertas de hojas o de pieles, proporcionan un abrigo temporal suficiente.
El agua es un elemento vital para el hombre. Los bosquimanos y los aborígenes australianos, que viven en zonas desérticas, necesitan almacenar el agua y trasportarla. Para ello, se sirven de maderos ahuecados y de cásca-

OBJETOS DEL EQUIPO DE LOS ABORÍGENES AUSTRALIANOS



ras de huevo de avestruz, respectivamente.
Para llevar el fuego —que el hombre viene haciendo desde hace, por lo menos, medio millón de años— usan vasijas también de madera, que van renovando periódicamente. Para encender nuevos fuegos, utilizan al antiquísimo método de frotar palos.
Las culturas mesolíticas —o de la Edad de Piedra Media— se encuentran entre los esquimales y distintos tipos de indios de la costa noroeste de América. Los esquimales habitan las tierras heladas del Norte del Canadá y de Groenlandia, viviendo casi únicamente de la caza y la pesca. Sus prendas de vestir están hechas de pieles cosidas con fibras.
El hombre no podría habitar estas regiones frías sin haber inventado antes una aguja para coser los vestidos. Los esquimales usan agujas o punzones de hueso para este fin. Pasan el invierno cazando focas o pescando asta, de varias puntas, para la pesca y la caza de mamíferos marinos, de los que dependen esencialmente para su alimentación, vestido, calefacción, etc.
Aparte de la aplicación de las pieles como vestido, se usan para cubrir las tiendas y forrar las canoas. Estas últimas son de un tipo ingenioso especial, poseyendo también una cubierta de piel que se adapta alrededor de la cintura del remero, haciendo que toda la embarcación forme un conjunto con él.
Los bloques de hielo y la nieve se usan, con frecuencia, para la construcción de las habitaciones de invierno, época en que las tribus permanecen estacionarias. Los esquimales forman grupos mayores que los de los cazadores-recogedores ya descritos, y su organización excede a la familiar, pudiéndose ver en ellos el comienzo de la vida social. No obstante, su falta de conocimientos técnicos, fundamentalmente la ignorancia de la fundición, naderos estables. No obstante, los cambios de estaciones y la pérdida de fertilidad del suelo, inducen a estas tribus africanas de cultivadores y ganaderos a una cierta actividad itinerante en pequeña escala.
Las tribus agrícolas africanas tienen conocimientos de la fundición de minerales, y aunque sus métodos son muy primitivos, están ya técnicamente en la Edad del Hierro.
Estudiando la vida de estos pueblos y comparando sus utensilios con los de tipo prehistórico, podemos hacernos una idea de la evolución cultural del hombre desde los clanes de cazadores hasta su actual estado de civilización. A medida que las técnicas mejoraban, necesitaba menos tiempo para buscar los alimentos y, por lo tanto, disponía de mayores intervalos para dedicarse a otras actividades. La alfarería, el grabado y el tallado de la madera, y el tejido para la indumentaria, se originaron



En invierno, los esquimales pescan focas y peces en el agua libre de hielo, o a través de agujeros en el mismo, usando arpones especiales.



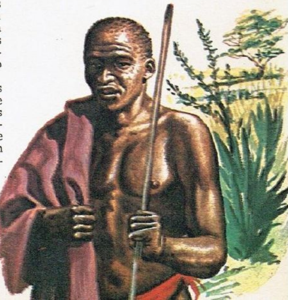
El equipo de los esquimales está hecho enteramente de asta de reno, hueso y marfil. El arco es de asta y de fibra de tendón. La perforadora de arco es de hueso con punta de metal o de piedra. Moviendo el arco hacia uno y otro lado, el punzón gira, sirviendo para tallar los objetos de marfil mostrados o para hacer fuego (con una punta de madera).

cho después, y, probablemente, a continuación de una larga etapa de símbolos o jeroglíficos, simplificación progresiva de las representaciones figuradas realistas.
Aunque las culturas primitivas han sobrevivido en regiones aisladas (desierto, selva, regiones árticas), las influencias externas las están destruyendo actualmente a un ritmo cada vez más acelerado. A medida que la población y las posibilidades de comunicación aumentan, es inevitable que sólo sobrevivan las culturas más eficientes, uniformándose progresivamente las culturas y los modos de vida. Hoy día se piensa más en la falta de comunicación y en el aislamiento como causa de la existencia de estas culturas primitivas, que en factores de tipo intelectual congénitos que fuesen motivo del atraso técnico y cultural de estos pueblos.

en el mar. Durante el corto invierno cazan el reno americano, o *caribú*, y recogen todo el alimento vegetal que pueden de la escasa vegetación.
No desperdician nada de los animales que cazan. La madera no existe, o es rarísima, y el hueso sirve para hacer canoas, arcos, flechas, y la mayor parte de sus utensilios.
El cobre metálico se encuentra con frecuencia en esta región en forma pura. Los esquimales no tienen ningún conocimiento de la fundición, limitándose a golpear el cobre en frío hasta darle la forma de raspadores para rascar las pieles y cuchillos para desollar y cortar.
El combustible utilizado es, fundamentalmente, grasa de animales marinos, y se utiliza para la iluminación y para la calefacción durante los largos inviernos.
En la alimentación entran también grandes cantidades de grasa que, por su alto contenido energético, contribuyen a adaptar al hombre a la vida en las bajas temperaturas.
Los esquimales utilizan en gran escala los arpones de hueso o de permite clasificar su cultura como perteneciente a la Edad de Piedra.
Los indios de la costa Noroeste de América viven en regiones muy abundantes en peces y han renunciado a la vida nómada. Tienen pueblos con casas de madera y su organización social es ya bastante complicada. Sin embargo, la agricultura no existe entre ellos y dependen de la recolección de bayas y otros productos vegetales espontáneos que pueden encontrar en los alrededores de sus poblados.
Existen en Siberia tribus que se dedican al pastoreo de caballos y de renos, que representan probablemente las primeras etapas de la formación de granjas. Sin embargo, dada la especial naturaleza de los pastos de la zona donde viven, están obligados a un cierto nomadismo, yendo a buscar los campos no agotados.
Los *nuer* y otras tribus de África practican la cría de vacas y cultivan el *mijo* (un grano). El ganado y el grano satisfacen todas sus necesidades, y pueden considerarse como un ejemplo de los primeros agricultores y ganaderos probablemente en este tiempo, y, con los objetos manufacturados, se desarrolló el trueque o comercio.
El hombre no vivía ya en una economía cerrada de subsistencia, sino que podía cambiar artículos *manufacturados* por alimentos.
La agricultura, con sus necesidades de organización y de seguridad, hizo que las comunidades agrícolas se caracterizasen por una complicación social mucho mayor que la de las primitivas agrupaciones de cazadores. La mayoría de las actuales tienen *jefes* que asumen complicadas funciones en ceremonias que sirven para mantener al pueblo unido.
Incluso las tribus vivientes más primitivas tienen una especie de lenguaje y arte pictóricos, y es probable que los cazadores paleolíticos se comunicasen de este modo. El lenguaje escrito, sin embargo, no empezó hasta mu-

Bosquimano y parte de su equipo.



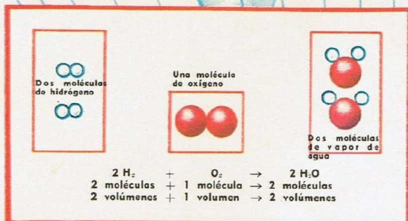


GAY - LUSSAC

SABIOS ILUSTRES



José Luis Gay-Lussac es conocido, sobre todo, por haber establecido la *ley de los volúmenes gaseosos*. Probablemente, esto se debe a que esa ley aún lleva su nombre: *Ley de Gay-Lussac*. Este célebre científico dijo que cuando los gases se combinan, sus volúmenes mantienen entre sí una relación simple, si sus temperaturas y presiones son constantes. Estos volúmenes también mantienen una relación simple con los volúmenes de los productos formados, si estos productos son gases. Si los productos formados son sólidos o líquidos, esto último no es aplicable. Por ejemplo: 2 cm^3 de hidrógeno se combinan explosivamente con 1 cm^3 de oxígeno para formar 2 cm^3 de vapor de agua.
Estas relaciones entre volúmenes son sencillas. No ha quedado nada de hidrógeno ni de oxígeno. Pero, cuando el vapor se condensa para formar agua, ocupa un volumen menor
Esto fue sólo una pequeña parte del trabajo de Gay-Lussac, pues tuvo una mente muy activa y, junto a sus descubrimientos en el campo de la física, contribuyó a otros, en la química y en la industria química.



Gay-Lussac nació en St. Leonard, un pueblo pequeño situado al sur de Francia, y a la edad de 19 años ingresó en la Escuela Politécnica de París. Al salir de ésta, en 1801, comenzó a trabajar en el Departamento de Caminos y Puentes. Inició sus investigaciones cuando fue elegido por Berthollet para trabajar como asistente suyo en los establecimientos químicos del gobierno, en Arceuil.
En 1802, como resultado de sus experimentos con gases, expuso la idea de que todos los gases se dilatan al mismo volumen si se eleva su temperatura en la misma cantidad. Esta idea fue simultáneamente expresada por J. Charles, que trabajaba independientemente. Gay-Lussac también efectuó experimentos para encontrar el coeficiente de dilatación de los gases. Este coeficiente es el volumen hasta el que se dilataría un centímetro cúbico de gas, si su temperatura aumentara un grado centígrado. El valor que encontró es algo mayor que el valor que ahora se acepta.
Después se interesó en el estudio de los vapores, y realizó experimentos para hallar las densidades de algunos de ellos. Al efectuar estos trabajos, se dio cuenta de que el diseño de termómetros y barómetros distaba de ser perfecto, y consagró parte de su tiempo a introducir mejoras en ellos.
Gay-Lussac se preguntaba cómo cambiaría la composición de la atmósfera con la distancia a la Tierra. ¿Cómo serían afectadas las temperaturas? ¿Cómo se comportarían los imanes? Tales preguntas lo indujeron a hacer dos ascensiones en globo, para investigar estos problemas. La segunda de estas ascensiones la realizó solo. Junto con Humboldt, analizó una muestra de aire bajada desde 7.500 metros.
Gay-Lussac y Humboldt, conjuntamente, descubrieron que dos volúmenes de hidrógeno se combinan con uno de oxígeno para formar agua. Este resultado hizo que Gay-Lussac se preguntase si otros gases reaccionarían de un modo análogo. En 1808 había reunido suficiente evidencia para demostrar que efectivamente era así. Los gases se combinaban en relaciones de volúmenes sencillas; si los productos de reacción eran gases, sus volúmenes también se encontraban en una relación sencilla con los de los productos reaccionantes. Un centímetro cúbico de nitrógeno se combinaría exactamente con 3 cm^3 de hidrógeno para formar 2 cm^3 de gas de amoníaco. Gay-Lussac anunció su ley en 1808.
En 1809 fue nombrado profesor de química de la Escuela Politécnica de París (donde él había sido estudiante) y, además, profesor de química del Jardín Botánico. Desde entonces realizó la mayor parte de sus trabajos de investigación en el campo de la química. Estos trabajos cubrieron muchísimos temas. Probablemente, su contribución más importante fue la que hizo a la industria. Los óxidos de nitrógeno se usan como catalizadores en la fabricación de *ácido sulfúrico* (véase *tomo III, pág. 122*) por el procedimiento de la cámara de plomo. Estos óxidos aceleran la reacción de conversión del bióxido de azufre en trióxido de azufre, el cual se disuelve en agua formando ácido sulfúrico. Los óxidos de nitrógeno se pueden usar de nuevo, pero en aquel entonces no existía ningún método efectivo para recuperarlos. La primera torre de Gay-Lussac, para su recuperación, fue empleada en 1842. Aún hoy se usan torres análogas para la misma finalidad.

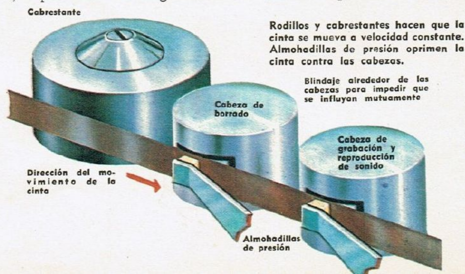
Figura de un magnetófono mostrando su interior. Este magnetófono tiene dos cabezas, una para borrar y otra para grabar y reproducir el sonido.

LA CINTA MAGNÉTICA

Dos imanes se influyen entre sí incluso cuando, en realidad, no se tocan. Si se coloca la aguja de una brújula magnética cerca de los polos de un imán, éstos atraen o repelen a los polos de la brújula (polos iguales se repelen y polos diferentes se atraen), y la aguja, en general, se desvía. La desviación es mayor cuando está cerca de un imán de gran imantación. Después de haber retirado el imán, la aguja de la brújula vuelve rápidamente a señalar su dirección original.

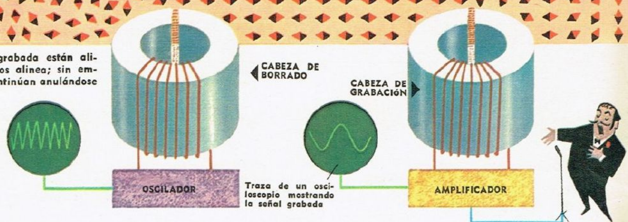
La cinta magnética, de la clase usada ordinariamente en los magnetófonos, se comporta de forma muy semejante a la de un conjunto de agujas de brújula. Uno de sus lados (el de color mate) está recubierto con una pasta que contiene pequeños cristales en forma de aguja de óxido de hierro (óxido férrico, Fe_2O_3). Estos cristales son por sí pequeños imanes con un polo norte y sur cada uno, y pueden ser considerados como agujas de brújula. En una cinta nueva, no grabada, las agujas tienen tales direcciones que sus efectos se anulan entre sí.

Pero cuando se coloca una cinta magnética cerca de un imán, las agujas se desvían, dependiendo la magnitud de la desviación de la fuerza del campo magnético que envuelve al imán. Entonces los efectos de las agujas no se anulan y el trozo de cinta se comporta, en conjunto, como un imán. Pero la más importante propiedad de estos cristales es que pueden permanecer desviados y mantener parte de su magnetismo casi



Rodillos y cabrestantes hacen que la cinta se mueva a velocidad constante. Almohadillas de presión oprimen la cinta contra las cabezas.

DIRECCIÓN DEL MOVIMIENTO DE LA CINTA →



Los imanes en una cinta no grabada están alineados. La cabeza de borrar los alinea; sin embargo sus campos magnéticos continúan anulándose entre sí.

indefinidamente. Puesto que el grado de su magnetización depende de la influencia del imán, la cinta magnética puede mantener un registro permanente de la acción de cualquier imán que se coloque cerca de ella.

Éste es el principio en que se basa la grabación en cinta magnética. Los sonidos que se van a registrar son vibraciones, hacia adelante y hacia atrás, del aire, las cuales se convierten, mediante un micrófono, en corrientes eléctricas que varían de sentido. Éstas se amplifican (se las refuerza) por medio de circuitos electrónicos en el mismo magnetófono, y, finalmente, se las hace pasar por una bobina arrollada a un anillo de hierro que se llama *cabeza grabadora*. Las variaciones de corriente en la bobina producen variaciones del campo magnético en la cabeza grabadora.

En este anillo de hierro, tan pequeño que apenas se le puede distinguir a simple vista, hay una abertura semejante a la que existe entre los polos de un imán de herradura. Cuando la corriente en la bobina fluye en uno y otro sentido, las partes del anillo, a ambos lados de la abertura, se comportan alternativamente como los polos norte y sur de un imán.

La cabeza de grabación es un *electroimán*. Se hace pasar la cinta magnética con velocidad constante a lo largo de la cabeza de grabación, manteniéndose presionado contra la abertura el lado recubierto, de forma que experimente el mayor efecto posible del campo magnético. La cinta se magnetiza, y las variaciones del campo en la abertura se convierten en variaciones del campo magnético de los cristales magnéticos en forma de aguja que recubren la cinta. Así, pues, el proceso de grabación en cinta magnética empieza con una vibración del aire y termina con una variación similar en la ordenación de los pequeños imanes de la cinta.



Una aguja de brújula se desvía mientras está cerca de un imán. La cinta magnética puede ser comparada con una colección de pequeñísimas agujas de brújula. Sin embargo, éstas permanecen desviadas después que han pasado frente a un imán.

REPRODUCCIÓN DEL SONIDO

Registrar un sonido es sólo la mitad de la función de un magnetófono, porque también procede a la inversa, convirtiendo las variaciones, en la ordenación de los pequeños imanes de la cinta magnética, en sonidos. Si el magnetófono funciona correctamente, el sonido reproducido debe ser idéntico al original. Este proceso, en realidad, es igual que grabar al revés. Las variaciones magnéticas de la cinta producen variaciones magnéticas en la abertura de la cabeza reproductora de sonido (muy similar a la cabeza de grabación, y en la mayoría de los magnetófonos la misma cabeza se usa para ambos fines).

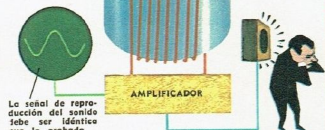
El campo magnético variable produce una corriente alterna en la bobina arrollada alrededor de la cabeza. Después de amplificar esta corriente, se la introduce en un altavoz, que la convierte en vibraciones del aire o sonido. Cada una de las ondas sonoras produce una traza de magnetización en la cinta, y la longitud de esta traza corresponde a la longitud de onda del sonido.

Supongamos, por ejemplo, que el instrumento musical está tocando un do medio, de forma que hace vibrar el aire próximo al micrófono 256 veces por segundo. La polaridad de la cabeza de grabación cambia alternativamente de norte a sur 256 veces por segundo, y el resultado es 256 trazas repetidas a lo largo de la cinta. Mientras el campo magnético varía, la cinta se aleja a una velocidad constante. La velocidad patrón que se usa normalmente es de 9,525 centímetros por segundo (3 ¾ pulgadas por segundo). De modo que, si se usa

La cinta magnética se compone de dos partes: el recubrimiento (lado color mate) y el soporte (generalmente, el lado brillante). El recubrimiento es la parte que posee intensas propiedades magnéticas. Contiene cristales de óxido férrico en forma de aguja (Fe_2O_3), finamente molidos de modo que puedan formar una capa lisa y uniforme. El soporte es también muy importante. Debe ser delgado a fin de que una cantidad grande de cinta pueda ser arrollada en un carrete, y muy fuerte y flexible para que no se rompa fácilmente. Sin embargo, no debe ser elástico, lo que deformaría la traza

◀ **La cabeza de grabación produce trazas magnéticas que son copiadas por la cabeza de reproducción del sonido.** ▶

◀ **CABEZA DE REPRODUCCIÓN**



La señal de reproducción del sonido debe ser idéntica que la grabada



En estos diagramas se está grabando una señal en todo lo ancho de la cinta, como ocurre en la mayor parte de las grabaciones profesionales. Sin embargo, en muchos magnetófonos, el ancho de la cinta está dividido en dos o cuatro bandas separadas, de modo que una cinta puede contener el doble o el cuádruplo de grabaciones. Una de las desventajas de esto es que son menos los cristales que quedan magnetizados en cada banda, razón por la cual la señal grabada es bastante más débil.

esta velocidad, se marcan 256 trazas en cada 9,525 centímetros de cinta, y una traza ocupa aproximadamente 1/28 de un centímetro.

Si ahora se pasa la cinta a la inversa con la *misma velocidad patrón*, las 256 trazas magnéticas que cruzan la abertura en un segundo producirán 256 vibraciones del aire en el altavoz, y se escuchará de nuevo un do medio.

Si, por error, cuando se reproduce el sonido se pone el magnetófono a una velocidad distinta, no se escuchará lo mismo. Si se registra en la cinta magnética a una velocidad de 9,525 centímetros por segundo y se reproduce a 19,150 centímetros por segundo (otra velocidad patrón), la cabeza reproductora de sonido será afectada por doble número de trazas cada segundo, y se oirá una nota de frecuencia doble, o sea, una octava más alta.

BORRADO DE LA CINTA

Las trazas magnéticas de la cinta pueden ser conservadas indefinidamente, y se pueden almacenar cintas durante muchos años sin que pierdan nada de su magnetismo. Pero la cinta magnética es relativamente costosa, y con frecuencia deseamos hacer una nueva grabación sobre el mismo rollo de cinta. Antes de hacerlo, es necesario quitar o *borrar* las antiguas trazas.

Las trazas magnéticas de la cinta serán, desde luego, afectadas cada vez que las pongamos cerca de un campo magnético (razón por la que no se debe cortar nunca una cinta magnética con tijeras de hierro o acero, ya que éstas pueden estar algo magnetizadas). Las trazas son parcialmente borradas si se las vuelve a pasar a lo largo de la abertura de la cabeza de grabación, y se graban nuevas trazas encima. Pero estas nuevas trazas rara vez pueden destruir completamente las anteriores, y se podrán oír, por tanto, las grabaciones viejas junto con las nuevas cuando se reproduzca el sonido.

Para borrar completamente las trazas antiguas, los magnetófonos tienen otra "cabeza", llamada *cabeza de borrado*. Al igual que las cabezas de grabación y de reproducción de sonido, la cabeza de borrado es un electroimán, formado por un anillo de hierro con una abertura y una bobina de alambre arrollado alrededor del mismo. La corriente con que se alimenta la bobina está producida por un oscilador en el interior del magnetófono. Esta corriente cambia su sentido muy rápidamente, unas 50.000 veces por segundo, y es más intensa que cualquier corriente de las que usualmente pasan a través de la cabeza de grabación, por lo que desvía las agujas que recubren la cinta, borrando completamente las marcas anteriores. No obstante, produce un campo magnético que cambia tan rápidamente que no marca en la cinta trazas que puedan afectar a la cabeza reproductora del sonido, y las agujas magnéticas en la cinta quedan orientadas de tal forma que sus efectos se anulan entre sí.

A primera vista, la grabación en cinta magnética parece un método relativamente simple para reproducir sonidos, y resulta sorprendente que su desarrollo haya sido tan tardío. Pero los cristales magnéticos de la cinta tienen propiedades muy especiales. No se comportan simplemente (como se representa en los diagramas) como agujas de brújula magnéticas que, de algún modo, consiguen permanecer desviadas una vez que se las ha puesto cerca de un imán. Los cristales, en realidad, no se mueven; sólo cambia la orientación según la cual quedan magnetizados, y sólo pueden conservar su magnetización si se les magnetiza *fuertemente*.

La cinta pierde pronto sus trazas de magnetización si la señal que se está grabando es débil. Por ello se añade una corriente adicional a la corriente del micrófono, a fin de hacer girar a los imanes una cantidad adicional. Esta corriente se llama *corriente de polarización*, y en algunos aspectos es similar a la polarización aplicada a la grilla de una válvula. La traza grabada en la cinta es una combinación de las trazas producidas por dos señales: la señal que deseamos oír después y la señal de polarización. En la práctica se ha encontrado que polarizando la cabeza de grabación con una corriente de la misma alta frecuencia que la suministrada a la cabeza de borrado (aunque no tan intensa) se cambia la dirección de los imanes de la cinta en la cantidad adicional que se necesita para que permanezcan desviados.

Cualquier sonido producido por la polarización de alta frecuencia será inaudible. Aún no se ha dado una explicación completamente satisfactoria de lo que ocurre con la polarización de alta frecuencia, pero funciona con un éxito tan grande que se usa en todos los magnetófonos modernos.

magnética grabada en la cinta y distorsionaría el sonido producido. Generalmente, se usan dos clases de soportes: el acetato de celulosa y el cloruro de polivinilo (P.V.C.). El P.V.C. es más fuerte que el acetato, pero es más elástico. A veces se usa el Mylar, que es una clase de Tedileno.

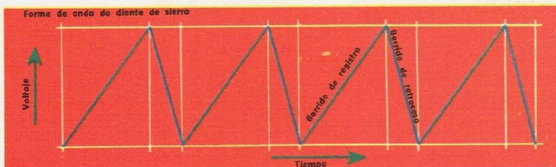
RETROCESO DE UN OSCILOSCOPIO

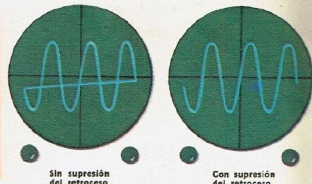
La *base de tiempo* de un osciloscopio, descrita en las *páginas 66-67* del *tomo IV*, tiene la misión de mover el punto luminoso de izquierda a derecha en la pantalla. Se trata, simplemente, de un circuito que produce un voltaje que sube progresivamente hasta un máximo y luego baja, del mismo modo, pero más rápido, a su valor original.

La forma de la onda de una gráfica representativa del voltaje de la base de tiempo se llama *diente de sierra*, por razones que resultan evidentes al mirar el diagrama. La frecuencia del voltaje del diente de sierra se ajusta hasta que coincide exactamente con la frecuencia de la vibración (o la frecuencia de un cierto número de vibraciones) examinada. Esta sincronización, que así se llama, hace que la traza luminosa de la pantalla permanezca estacionaria. Si se aplica un voltaje de dientes de sierra a la placa X de un osciloscopio, el punto luminoso recorre la pantalla hacia adelante y hacia atrás. El rápido movimiento de derecha a izquierda, o hacia atrás, se llama *retroceso*. Es muy conveniente que no se vea en la pantalla el retroceso del punto luminoso, desde un extremo al otro de las vibraciones, ya que su movimiento en la dirección derecha-izquierda no está relacionado con la vibración que se examina en la pantalla. Por este motivo se emplea un *circuito supresor del retroceso*, que elimina el rayo electrónico durante el tiempo del retroceso.

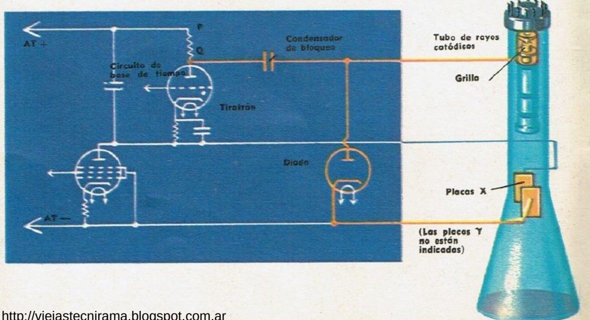
Se puede lograr la supresión del rayo electrónico haciendo que la grilla del tubo de rayos catódicos sea más negativa que de ordinario; de hecho, tan negativa que los electrones cargados negativamente sean rechazados por ella y no lleguen nunca a la pantalla. Pero, por supuesto, se debe dar a la grilla una tensión negativa adicional sólo durante el movimiento de derecha a izquierda del punto luminoso, pues en caso contrario su traza desaparecería completamente. Por ello, la tensión adicional de grilla se obtiene de alguna parte del circuito de la base de tiempo que sea *negativa durante el retroceso*. El punto marcado con una Q en el diagrama cumple la condición requerida. Este punto está situado entre el ánodo del tiratrón y la resistencia que protege a éste de flujos de electrones excesivamente grandes, cuando se descarga el capacitor de la base de tiempo durante el retroceso. Los electrones sólo pueden fluir en el tiratrón de cátodo a ánodo y no en la dirección contraria, de modo que tienen que pasar a través de la resistencia *desde* el ánodo, no hacia él (es decir: en el diagrama del circuito pasan hacia arriba, de Q a P). Puesto que los electrones fluyen de negativo a positivo, esto quiere decir que el punto Q debe ser *negativo durante el retroceso*. Por tanto, una conexión del punto Q a la grilla del tubo de rayos catódicos (pasando por un capacitor para aislar a la grilla de la alimentación de alta tensión positiva) da un medio fácil de suprimir el haz electrónico.

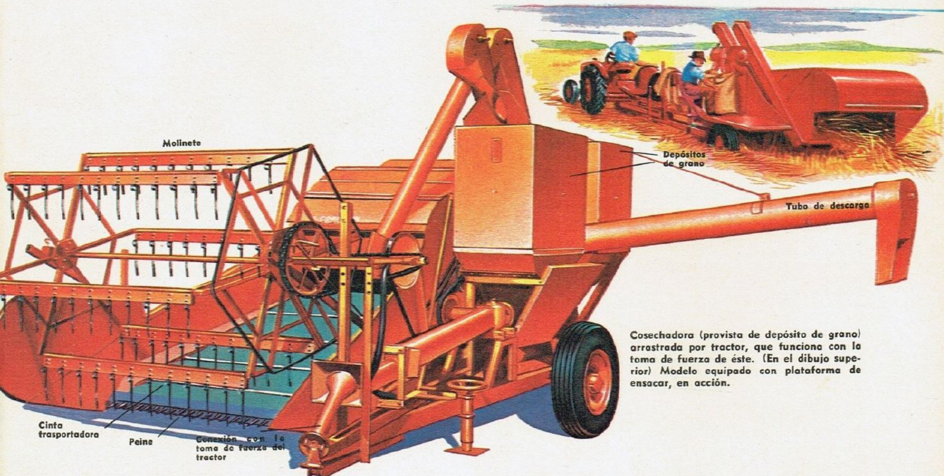
Hay una desventaja en este sistema, por el hecho de que el punto Q se hace positivo mientras se carga el capacitor de la base de tiempo (o sea, durante el barrido de izquierda a derecha). La carga positiva en Q haría a la grilla del tubo de rayos catódicos *menos* negativa que de ordinario, a causa de lo cual pasarían a través de ella más electrones y el punto luminoso se haría más brillante. Para conseguir que el punto permanezca con el mismo brillo durante todo el barrido hacia delante, se conecta una *válvula diodo* entre la grilla del tubo de rayos catódicos y la alimentación de alta tensión negativa. Este diodo permite que los electrones (cargas negativas) pasen del cátodo al ánodo, e impide que pasen del ánodo al cátodo. Con el ánodo del diodo conectado a la grilla del tubo de rayos catódicos, cualquier tendencia de la grilla a hacerse positiva es inmediatamente detenida, ya que cualquier carga positiva sobre ella es neutralizada por los electrones atraídos a través del diodo. De este modo, el diodo impide que el punto luminoso aumente de brillo durante su recorrido.





El circuito supresor de retroceso está indicado en amarillo. Consta, simplemente, de un condensador y una válvula diodo, y tiene el efecto de convertir la cortísima pulsación de electrones, que aparece en el ánodo del tiratrón cuando es conductor (es decir, durante el retroceso), en una tensión negativa, que se puede aplicar a la grilla del tubo de rayos catódicos para suprimir el rayo de electrones.





Cosechadora (provista de depósito de grano) arrastrada por tractor, que funciona con la toma de fuerza de éste. (En el dibujo superior) Modelo equipado con plataforma de ensacar, en acción.

LA COSECHADORA

La cosechadora ha eliminado una gran parte del tiempo que antes se necesitaba para la recolección. Es a la vez segadora, trilladora y limpiadora; y puede realizar en algunas horas las tareas que antes exigían días, necesitando mucho menos personal. La recolección consistía en varias operaciones: primeramente se segaban los cereales a mano, utilizando la hoz; la mies se reunía en gavillas, que se cargaban (cuando estaban completamente secas) en carros que las llevaban a la era; allí se amontonaban para ser trilladas y, posteriormente, eran aventadas. Más tarde aparecieron la segadora y la gavilladora, pero sólo desde hace poco tiempo se ha hecho común el espectáculo de las cosechadoras trabajando en los campos. No obstante, la idea de segar y trillar en una sola operación tiene por lo menos ciento veinte años, pues en 1836 se patentaron en los Estados Unidos dos máquinas separadas que hacían estos trabajos simultáneamente. Un invento australiano de 1845 tuvo todavía más éxito. Esta máquina deshacía las espigas del cereal, en vez de cortarlas, y dejaba el resto de la mies.

Más tarde aparecieron las primeras cosechadoras combinadas americanas. En ellas se combinaron las cuchillas móviles de la segadora con el mecanismo de las trilladoras estacionarias clásicas. Hacia el año 1890 eran un espectáculo usual en California durante la recolección.

En este período las máquinas funcionaban al lento y trabajoso paso de los caballos o por medio de máquinas de vapor alimentadas con leña. El desarrollo de las máquinas de explosión condujo, sin embargo, a la construcción del primer tractor de motor, y su introducción revolucionó las operaciones agrícolas. Las máquinas ya existentes debieron modificarse y mejorarse para que resistiesen las nuevas velocidades sin averiarse. Inmediatamente después de la primera guerra mundial, los campesinos usaban muchas más cosechadoras, no sólo en California sino también en las grandes praderas al este de las Montañas Rocosas. A causa de la enorme extensión de los campos y las grandes cantidades de mies que debían recolectarse, las cosechadoras de aquel período eran, en su mayoría, máquinas muy grandes. Sólo en los primeros años de la década del treinta comenzaron a usarse de modo general los tipos pequeños en las zonas de cultivo mixto.

La primera cosechadora que llegó a Gran Bretaña se montó en Londres, en 1928. La remolcaba un tractor, tenía un ancho de corte de tres metros, y llevaba un motor propio para hacer funcionar el mecanismo de trilla y de aventamiento de la paja. Sobre una plataforma iba un hombre, quien reunía en sacos el grano que fluía por un conducto lateral de la máquina. Sólo hacían falta tres hombres para su funcionamiento, o sea la cuarta parte de los necesarios para hacer una labor similar en el campo por los procedimientos antiguos de segar, amontonar, trasportar en carros y trillar.

Posteriormente se han ido introduciendo modelos autopropulsados, aunque los arrastrados por tractor siguen teniendo buena acogida entre algunos labradores.

En las fincas en que se usan cosechadoras, se deja que el grano madure bien y que la paja seque por completo, antes de que se siegue y trille simultáneamente con la cosechadora. La fuerza motriz necesaria para hacer funcionar la cosechadora puede obtenerse de su propio motor, como en el caso de los modelos autopropulsados o en los arrastrados, que poseen un motor propio para el mecanismo, o, alternativamente, de la toma de fuerza del tractor.

Una cosechadora consta de las siguientes partes fundamentales:

(1) El mecanismo de *corte* o peine en la parte delantera, parecido al de una guadañadora de heno. Puede ajustarse para dejar alturas de rastrojo comprendidas entre 10 y 60 centímetros.

(2) Frente al mecanismo de corte, y sobre él, se encuentra el *molinete*, que acerca y recoge la mies, poniéndola en la mejor posición de corte frente al peine, con lo cual se recupera una buena parte de la mies tumbada por el mal tiempo.

(3) El trasportador *sinfín*, colocado detrás del mecanismo de corte, hace que la mies cortada siga avanzando, suministrándola a una *cinta trasportadora* (4), que es una faja ancha de lona o de tablillas unidas por cadenas.

(5) La mies pasa por la cinta trasportadora al mecanismo de trilla, que consiste en un gran *cilindro* giratorio provisto de barras raspadoras paralelas. Junto al cilindro y debajo de él se encuentra el *cóncavo*, reja de hierro a través de la cual cae el grano que se ha desprendido suavemente de las espigas por el roce entre el cilindro y las barras del cóncavo.

Algunos modelos tienen un rodillo detrás del cilindro, que permite que el grano fluya suavemente al exterior desde el cilindro y ayuda a que se desprenda la parte de grano que pueda quedar en él.

(6) La paja va a unos *sacapajas* o extractores, provistos de dientes que peinan y agitan la paja para sacar todo el grano y hacer que éste continúe moviéndose, incluso en las mayores pendientes. Debajo existe una bandeja que recoge todo grano que pueda desprenderse y lo lleva a la *bandeja del grano* y a la *caja de zarandas* (7), donde ha caído el grano que procede del cilindro. Las zarandas son dos bastidores perforados en tamiz, cada uno de los cuales se mueve alternativamente hacia atrás y hacia adelante.
Un ventilador situado en la parte delantera de la caja de zarandas suministra una corriente regulable de aire suficientemente fuerte para despojar al grano de su cáscara o glumas. Esta cáscara sale al exterior de la cosechadora con la paja de los sacapajas y se deposita detrás de la máquina al ir ésta avanzando.
El grano, completamente limpio por el doble tamizado y por la corriente de aire, cae a través de las zarandas y sube a los depósitos de almacenaje (8), si es que éstos existen. Los modelos que tienen depósitos pueden descargarse en marcha.
El grano sale por el tubo grande de descarga, que es alimentado por medio de un trasportador sinfín horizontal y otro vertical, a partir de los depósitos, pasando a un camión o remolque de tractor que viaja al costado.

Los modelos que no tienen dispositivos de almacenaje pueden tener una plataforma lateral de ensacado o embolsamiento, donde hay espacio suficiente para que un operador llene los sacos vacíos y vaya amontonando los llenos.
Los diferentes tipos de cosechadora presentan muchas variaciones, aunque las partes fundamentales y el tratamiento de la mies permanecen constantes. La altura de las cuchillas y del molinete se puede ajustar automáticamente. La velocidad de giro del cilindro y de las otras partes móviles puede ajustarse actuando sobre una palanca. La paja abandonada en el campo puede después recogerse y empacarse automáticamente con otra máquina.

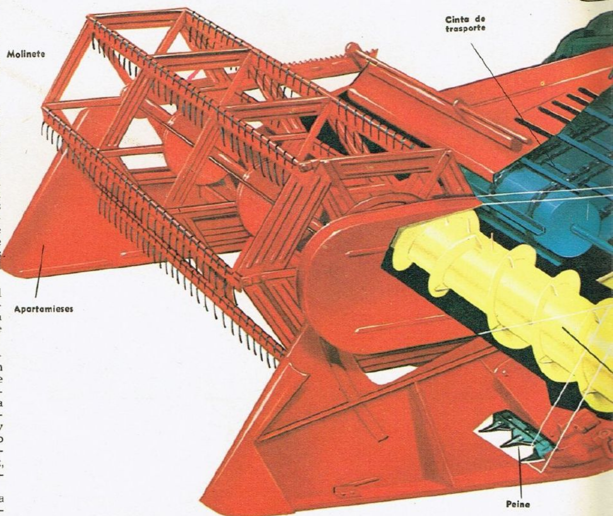
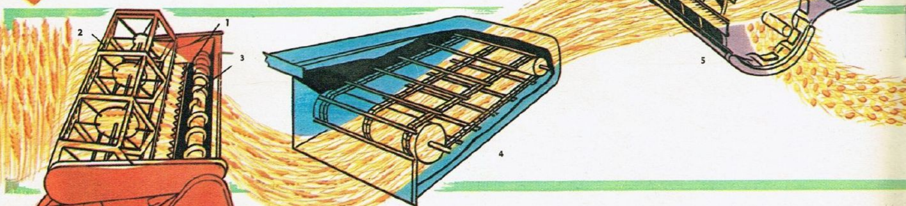


Diagrama mostrando la "circulación" de la mies por las distintas partes de la cosechadora ilustrada.



Asiento del conductor y mandos

Depósito de grano

Tubo de descarga

MASSEY-FERGUSON

Rodillo

Cilindro

Bandeja

Extractor

Zarandas

Cóncavo

Bandeja inclinada

Eje del ventilador

Cosechadora autopropulsada: vista en corte de su construcción. Los depósitos de grano pueden descargarse en marcha.

Sinfín

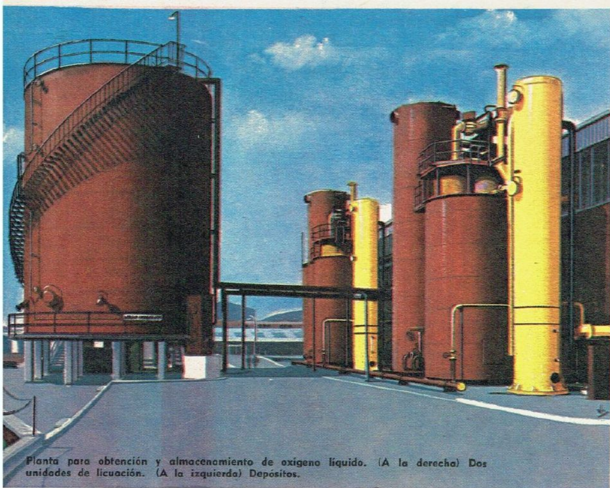
6

7

8

Depósitos de grano con los sinfines que los llenan y vacían

LICUACIÓN DE GASES



Planta para obtención y almacenamiento de oxígeno líquido. (A la derecha) Dos unidades de licuación. (A la izquierda) Depósitos.

Uno de los mayores inconvenientes que el empleo de gases lleva consigo es el gran volumen necesario para su almacenamiento. Si éstos se licuan, puede superarse esta dificultad, ya que entonces ocupan un volumen que es despreciable comparado con el primero.

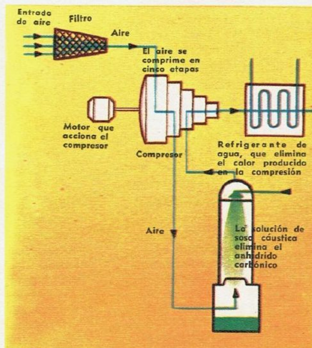
Por ejemplo, 32 gramos de oxígeno gaseoso ocupan, en condiciones normales de presión y temperatura, 22,4 litros. Si se compara esta cifra con la de 28 cm^3, que es el volumen que ocupa la misma masa en estado líquido, es posible hacerse idea de la drástica reducción de volumen (aproximadamente, 800 veces menor) que se consigue al licuar un gas.

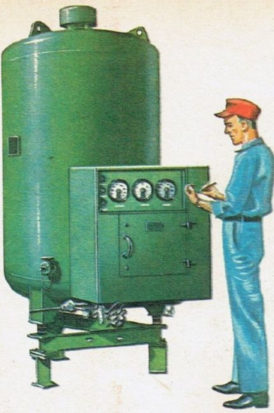
El oxígeno líquido, en particular, forma mezclas explosivas con grasa o cualquier otra sustancia combustible, y en muchas ocasiones se han producido incendios al quemarse, con explosión, la grasa utilizada para lubricar la tapa del cilindro que lo contiene. No es extraña esta circunstancia, ya que, como es sabido, todos los productos combustibles arden merced al oxígeno, aun cuando éste se encuentre en estado gaseoso y se amortigüe su efecto en la atmósfera por el nitrógeno presente. Es fácil, pues, entender que la acumulación de oxígeno puro, al encontrarse en estado líquido, produzca combustiones con explosión.

Las moléculas de un gas se encuentran mucho más separadas que las de un líquido. Para convertir un gas en líquido hemos de conseguir juntar sus moléculas, y una vez que estén más cercanas unas de otras, hacer que formen el conglomerado típico del estado líquido. Esto puede lograrse comprimiendo el gas para reducir el espacio vacío que reina entre sus moléculas, o enfriándolo para conseguir que éstas pierdan energía cinética y que sus recorridos sean menores.

La mayoría de los gases sólo pueden convertirse en líquidos a temperaturas muy bajas. Si el recipiente en el que se encuentran se abriera, al ponerse en contacto con la atmósfera, a temperatura ambiente, hervirían y pasarían de nuevo al estado gaseoso. Para que esto no ocurra, han de encontrarse a una temperatura muy baja. El oxígeno y el nitrógeno líquidos se utilizan frecuentemente en el laboratorio para las investigaciones que se realizan a bajas temperaturas.

La licuación de gases, como el oxígeno y nitrógeno, es una operación difícil. Esto no ocurre así en todos los casos. Por ejemplo, cuando hervimos agua, podemos apreciar cómo el vapor que se desprende se condensa en finas gotitas que se depositan en la tapa del recipiente utilizado. En realidad, lo que nosotros llamamos vapor es una niebla de gotitas muy finas ya condensadas. Si de algún





Recipiente, con cámara de vacío, para almacenar gases licuados.

modo impedimos que el vapor de agua se enfríe, y lo comprimimos, al aumentar la presión se convertirá en líquido.

Lo mismo sucede con el SO_2 (anhídrido sulfuroso), CO_2 (anhídrido carbónico), amoníaco y cloro, aunque, naturalmente, las presiones necesarias para lograrlo son mucho más grandes que las empleadas en el caso del agua.

Para gases tales como el oxígeno y el nitrógeno, por mucho que aumentáramos la presión, no lograríamos licuarlos a temperatura ambiente. No es, pues, únicamente un problema de compresión. En un principio, se creyó que era del todo imposible licuar estos gases y por ello se les llamó gases permanentes.

Sin embargo, si estos "gases permanentes" se enfrían suficientemente, y entonces se comprimen, puede lograrse su licuación. Por encima de una determinada temperatura, llamada *temperatura crítica*, no es posible licuar un gas por compresión. La temperatura crítica de un gas es una constante particular de cada sustancia y varía de una a otra.

Existen varios métodos de enfriar un gas por debajo de su temperatura crítica y de convertirlo posteriormente en líquido. Estos métodos serán estudiados a continuación.

El método de Pictet, o de licuación en cascada, fue uno de los primeros en emplearse. Se utiliza poco actualmente, porque resulta caro e inadecuado para algunos gases. Raúl Pierre Pictet, en Suiza, fue el primero que obtuvo oxígeno líquido utilizando este método. Para ello licuó, por compresión, anhídrido sulfuroso a temperatura ambiente y permitió hervir a presión reducida parte del SO_2 líquido obtenido. De este modo, las moléculas que pasan al estado de vapor toman del propio líquido el calor necesario para el cambio de estado de la masa, consiguiendo así enfriarlo por debajo de — 60° C. El anhídrido sulfuroso obtenido fue utilizado para enfriar CO_2 (anhídrido carbónico) por debajo de su temperatura crítica, de forma que pudiera ser licuado por compresión. Este compuesto fue enfriado aún más, permitiendo que parte de él, al igual que en el caso anterior, hirviera a presión reducida. El CO_2 líquido resultante fue utilizado para enfriar el oxígeno hasta —110° C, y al hacer pasar el oxígeno frío y comprimido a través de una boquilla, que comunicaba con el exterior (donde reinaba una presión más baja), pudo obtenerse un fino chorro de oxígeno líquido.

En el proceso de Karl von Linde, los gases que se quieren licuar no se enfrían en cascada como en el caso anterior, sino por compresión, seguida de una rápida expansión. Linde diseñó cambiadores de calor para trasferir calor de un gas a otro. En estos aparatos, un gas fluye hacia arriba por una tubería, que está rodeada concéntricamente por otra de mayor diámetro, por donde fluye hacia abajo un gas más frío. Así se consigue, evidentemente, enfriar el gas que fluye por la tubería interior. Si se reemplaza esta tubería por varias de ellas más pequeñas, se aumenta la superficie de contacto y se obtiene un intercambio calorífico más eficaz.

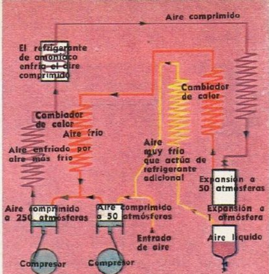
El aire puede licuarse por el método de Linde, y, de hecho, este procedimiento se practica actualmente en escala industrial. Previamente, se separan del aire el vapor de agua y el anhídrido carbónico que contiene, y antes de entrar en la planta de producción, se enfría hasta —45° C por medio de un refrigerador de amoníaco. Este paso reduce los costos grandemente, ya que el mantenimiento de un refrigerador de amoníaco es bastante barato. El aire enfriado es entonces sometido a compresión. Al permitirle expandirse bruscamente, sufre un nuevo enfriamiento. Este aire se utiliza para enfriar nuevas porciones que van a entrar en la cámara de compresión, las cuales, al sufrir la compresión y la expansión subsiguiente, se enfrían todavía más, de manera que cada vez entra en la cámara de compresión aire más frío, hasta que llega un momento en el que, al comprimir, se logra licuar el aire. Posteriormente, el nitrógeno se separa del oxígeno mediante una columna de fraccionamiento.

En un método más moderno, el proceso Heylandt, el aire se comprime en diferentes etapas, enfriándose con agua después de cada una de ellas. El nitrógeno frío que se separa del oxígeno líquido se utiliza para refrigerar nuevas porciones de aire. Después de cumplida esta misión, se deja escapar el nitrógeno a la atmósfera.

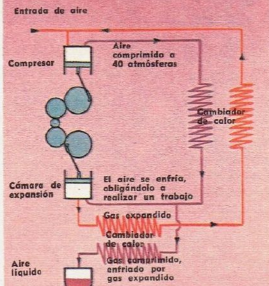
En el proceso Claude, el gas se enfría haciéndolo expandir contra un émbolo, es decir, obligándolo a realizar un trabajo. Ello exige una pérdida de energía por parte del gas que lo realiza, enfriándose consecuentemente.

Los gases licuados necesitan recipientes especiales. Para su almacenamiento en pequeña escala, se utilizan distintas modalidades de los conocidos termos caseros, los cuales, aunque en la práctica se utilizan para guardar líquidos calientes, fueron, en principio, diseñados para evitar que se calentaran líquidos fríos contenidos en su interior. Como es bien conocido, estos termos tienen una doble capa de vidrio, entre las que se ha hecho el vacío, que actúa como aislante térmico. En mayor escala, se utilizan recipientes de acero, los cuales, a efectos de mayor facilidad de trasporte, se construyen con materiales ligeros y de paredes finas. Por supuesto, es fundamental que estén bien aislados.

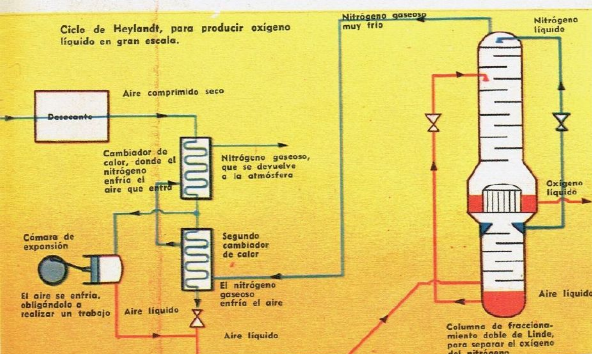
Se ha logrado licuar a todos los gases conocidos. El helio, el que más se ha resistido, ha de ser enfriado a solamente unos pocos grados por encima del cero absoluto (—273° C) antes de que pueda licuarse por compresión.



Proceso Linde para la licuación de gases.



Proceso Claude para la licuación de gases.



Ciclo de Heylandt, para producir oxígeno líquido en gran escala.

Columna de fraccionamiento doble de Linde, para separar el oxígeno del nitrógeno

CARBURADORES

La combustión, que tiene lugar dentro del cilindro de un motor de combustión interna, sólo puede realizarse si la gasolina y el aire se han mezclado previamente. Dicha combustión es una reacción química, en la que la gasolina se combina con el oxígeno del aire para producir agua, óxidos de carbono y energía calorífica. La mezcla combustible químicamente correcta debe tener 15 partes de aire por 1 parte de gasolina (ambas en peso), de forma que la cantidad de aire presente sea justamente la necesaria para quemar por completo la gasolina. Una mezcla que tenga un exceso de gasolina se llama mezcla *rica* y la relación de aire a gasolina es alrededor de 9 a 1. En estas mezclas ricas se utiliza en la combustión todo el aire disponible, pero queda sin quemar una pequeña parte de gasolina, que se pierde con los gases de escape. Una mezcla *pobre* contiene un exceso de aire; la relación suele ser de 19 a 1; en este caso, se quema toda la gasolina disponible, pero queda sin utilizar una pequeña cantidad de aire, que se expulsa con los gases de escape.

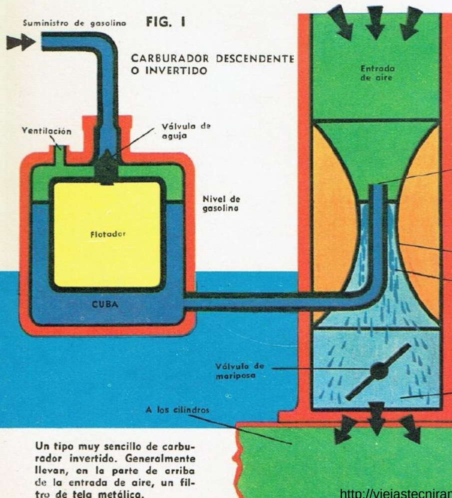
En la mayoría de los motores de combustión interna, el *carburador* tiene la misión de producir la mezcla combustible más o menos rica, para adaptarse a las diferentes condiciones del motor, tales como son arranque, marcha lenta, aceleración, marcha normal en carretera, máxima potencia en salidas, etc.

Un carburador eficaz tiene que proporcionar al motor mezclas de aire/gasolina en condiciones tales que puedan quemarse completamente. Debe suministrar, también, las mezclas de aire/gasolina en las proporciones correctas para cualquier velocidad del motor y para diferentes esfuerzos. Además, el carburador tiene que atomizar la gasolina en gotas pequeñísimas y vaporizar el chorro, así pulverizado, para formar con el aire una mezcla combustible.

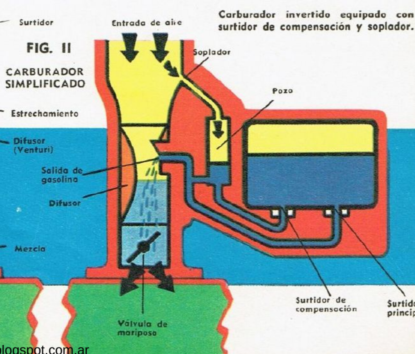
CARBURADOR SIMPLE

En la figura I puede verse, en esquema, un carburador simple, del tipo llamado *descendente* o *invertido*, en el que la fuerza de la gravedad ayuda a la mezcla a pasar al tubo múltiple de entrada a los cilindros. En la cuba del carburador, el nivel de gasolina se mantiene constante mediante un *flotador* hueco que acciona una *válvula de aguja*, la cual cierra o abre el conducto procedente del depósito de gasolina. Cuando desciende dicho nivel en la cuba del carburador, desciende también el flotador, abriéndose la válvula de aguja. Entonces entra más gasolina en la cuba, lo que hace ascender a su vez el flotador y cerrarse la válvula de aguja. En la parte superior de la cuba hay un pequeño orificio de ventilación, para que la superficie de la gasolina, dentro de la cuba, esté sometida a la misma presión que el exterior (la atmosférica).

La función del *tubo difusor* o *Venturi* (véase figura IV) es aumentar la velocidad de la corriente de aire, que pasa a través del carburador. El movimiento descendente del pistón, durante el tiempo de admisión (cuando el combustible es absorbido para penetrar en el cilindro), causa una reducción en la presión o depresión en el cilindro. Como el aire que penetra en el carburador está a la presión atmosférica, mientras que la presión en el interior del cilindro es menor, el aire es forzado a penetrar en el cilindro a través del carburador. Pero el aire que llega al cilindro, debe de pasar antes por el estrechamiento o "cintura" (porción de menor diámetro) del tubo difusor. La cantidad de aire que pasa por la parte ancha del tubo difusor, en un cierto tiempo, es la misma que la que pasa por la parte estrecha. Por lo tanto,



Un tipo muy sencillo de carburador invertido. Generalmente llevan, en la parte de arriba de la entrada de aire, un filtro de tela metálica.



la velocidad del aire en el estrechamiento es mayor que la que tiene en la parte ancha del difusor. Este aumento en la velocidad del aire produce una reducción de la presión en el estrechamiento del difusor. Esta reducción de la presión, que ocurre siempre que aumenta la velocidad de una corriente de gas, es fundamental para el funcionamiento del carburador.

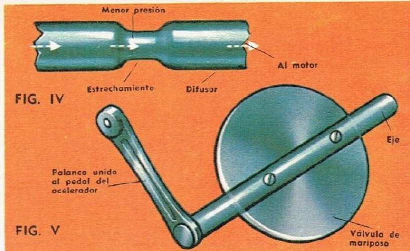
Vamos a ver ahora cómo la gasolina se mezcla con el aire que penetra en los cilindros. El surtidor, que suministra la gasolina a una determinada velocidad, está situado en el estrechamiento del difusor (véase figura I), donde la presión del aire es baja. El nivel de gasolina en la salida del surtidor es justamente el mismo que el de la cuba del carburador. Como la presión del aire en la cuba es la atmosférica y en el estrechamiento del difusor es menor, la gasolina es forzada, por esta diferencia de presiones, a salir por el surtidor. Entonces, como la velocidad de la corriente de aire en el difusor es muy grande, la gasolina que sale por el surtidor se pulveriza en finísimas gotas y se evapora. La mezcla así resultante de aire y gasolina es forzada a entrar en los cilindros.

Como la potencia de un motor depende de la cantidad de mezcla que puede quemar, se logra controlar dicha potencia aumentando o disminuyendo la cantidad de mezcla que pasa a los cilindros, lo que se consigue fácilmente mediante una *válvula de mariposa,* situada en el tubo difusor (véase figura II). Esta válvula de mariposa va montada sobre un eje y puede ser accionada normalmente, por el conductor del vehículo, mediante el pedal *acelerador.*

El carburador simple, que acabamos de describir, se conoce como de *difusor constante,* porque el diámetro del tubo difusor, fijado en la construcción, no puede variarse normalmente. Todos los carburadores modernos del tipo de difusor constante, como son, por ejemplo, el Zenith, el Solex, el Stromberg, están basados en estos principios del carburador simple.

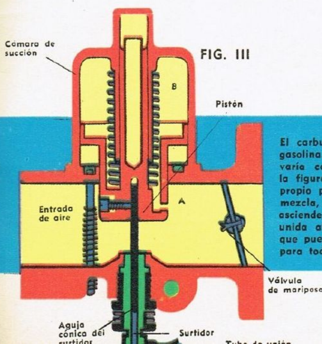
COMPENSACIÓN DE LA MEZCLA

El carburador simple, tal como lo hemos descrito, no es adecuado para el motor moderno, porque sólo proporciona una mezcla correcta para una determinada velocidad del motor. A velocidades mayores, la mezcla sería demasiado rica, por ser mayor la velocidad de la corriente de aire y la depresión en el difusor; mientras que, para pequeñas velocidades del motor, la mezcla sería muy pobre, por ser pequeña la depresión en el difusor (por ejemplo, cuando el coche sube una cuesta, con el motor girando despacio y el acelerador pisado a fondo). Esta dificultad se ha vencido mediante la llamada *compensación* o *corrección de la mezcla.*



En la forma simplificada de carburador (ilustrada en la figura II) la compensación de la mezcla se obtiene mediante el *surtidor de compensación,* o *compensador,* en unión con el *surtidor principal,* utilizado en el carburador simple, y un *soplador* de aire. Ambos surtidores están situados por debajo del nivel de gasolina, como se indica en la figura. Aunque la salida de gasolina se hace a través de los dos surtidores, el surtidor de compensación alimenta primero un pequeño depósito, o *pozo,* que a su vez comunica con el tubo de salida. Como dicho pozo está en comunicación con la atmósfera, puede actuar así como un soplador de aire. Cuando el motor está en marcha, el surtidor principal funciona de la misma forma que el carburador simple y la mezcla se enriquece al aumentar la velocidad del motor. Para compensar este efecto, el pozo, conectado al surtidor de compensación, está dispuesto de tal forma que puede suministrar principalmente gasolina al tubo de salida para velocidades pequeñas del motor (entonces el pozo está lleno de gasolina), y principalmente aire para velocidades altas (el pozo está entonces vacío). Como el pozo está directamente unido a la entrada de aire, cuya presión es la atmosférica, no está sometido a la influencia de la depresión de los cilindros. Por lo tanto, solamente el *calibre* del surtidor de compensación es el que limita el paso de gasolina. Cuando crece la velocidad del motor, aumenta también la cantidad de aire que pasa al carburador, a través de soplador y pozo, y con ello se diluye la mezcla, que de otra forma sería demasiado rica. De esta manera, la riqueza de la mezcla se regula automáticamente para cualquier velocidad o carga del motor.

Para proporcionar una marcha suave del motor y una buena aceleración, muchos carburadores modernos, del tipo de difusor constante, van provistos de varios surtidores como los descritos y de bomba de aceleración. Los carburadores llevan también un surtidor especial, llamado *de mantenimiento,* para tener el motor en marcha lenta cuando se suelta el pedal acelerador. Los carburadores van, además, provistos de un dispositivo especial, para el arranque en frío del motor, llamado *estrangulador* o *starter,* que proporciona una mezcla de gran riqueza en gasolina.



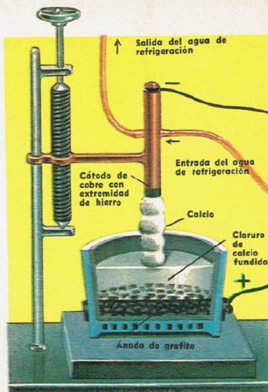
El carburador inglés "S.U." se basa en un principio diferente, para mantener correcta la relación aire/gasolina. La velocidad de la corriente de aire se mantiene prácticamente constante y su volumen se varía cambiando automáticamente los tamaños efectivos del surtidor y del difusor. Como se indica en la figura, el difusor lleva una cámara de succión con un pistón, que, normalmente, está abajo por su propio peso, y es ayudado, además, por un ligero muelle. Cuando el motor exige mayor cantidad de mezcla, la presión en el difusor, en A, y por lo tanto en la cámara de succión, en B, decrece y el pistón asciende, permitiendo el paso de mayor volumen de aire. Al mismo tiempo, asciende la aguja cónica unida al pistón, que de esta forma sale más del surtidor, aumentando su orificio de salida y permitiendo que pueda salir más gasolina. Mediante el uso de esta aguja cónica, puede obtenerse la mezcla correcta para todas las condiciones de marcha del motor y no hace falta un surtidor de compensación.

EL CALCIO

Aunque el calcio no es por sí particularmente importante desde el punto de vista comercial, varios de sus compuestos se han usado con profusión, en diversas industrias, durante muchos años. La piedra caliza (carbonato de calcio) es un ingrediente esencial en la fabricación de vidrio y cemento portland. El mortero que se usa para unir ladrillos se hace mezclando cal apagada (hidróxido de calcio) y arena con agua hasta que se obtiene una pasta espesa. El empleo de estos morteros data de tiempos prehistóricos, y el procedimiento para obtenerlos era muy similar al actual.
La anhidrita (sulfato de calcio) se usa actualmente como fuente de azufre para la elaboración de ácido sulfúrico. El espatoflúor (fluoruro de calcio) es fuente valiosa de flúor y calcio metálico.

ESTADO NATURAL

El calcio no se presenta libremente en la naturaleza, pero los compuestos que contienen calcio están muy difundidos y se puede disponer de grandes cantidades de ellos. El calcio es el quinto elemento, por orden de abundancia, de la corteza terrestre, constituyendo aproximadamente el 4,5 % de la misma.
Entre los compuestos de calcio que se presentan naturalmente figura el carbonato de calcio, que aparece en una gran variedad de formas. Unas veces se presenta con la estructura cristalina de *calcita*, como en el mármol, el espato de Islandia, el espato calizo, las estalactitas y estalagmitas; otras, como *aragonita*, que es una variedad cristalina menos frecuente, y se encuentra, por ejemplo, en los depósitos de aguas termales, como piedra de manantial.
Sin embargo, en muchos casos, el carbonato cálcico natural se halla en formas en las que se ha perdido casi completamente la estructura cristalina, como en la piedra caliza, arrecifes de corales, conchas, perlas, creta. Como piedra caliza se encuentra el carbonato cálcico en casi todos los países en cantidades suficientes para las necesidades industriales.
El calcio se halla también formando un sulfato hidratado, el yeso, que es también muy abundante. Hay una variedad de yeso, que está constituido por cristales muy pequeños, con una estructura uniforme en toda la masa, que se llama alabastro, y que se utiliza con fines ornamentales. Existe igualmente, en forma natural, el sulfato de calcio anhidro, conocido como anhidrita, que es menos abundante que el yeso.
Otros minerales de calcio son los floruros (espatoflúor o fluorita), los fosfatos (apatita y fosforita) y muchos silicatos. Las sales solubles de calcio se encuentran en grandes cantidades disueltas en el mar, donde hay, aproximadamente, una concentración de 0,05 % de calcio. Muchos tipos de organismos marinos utilizan el calcio disuelto para formar caparazones protectores de carbonato cálcico (la creta, que es un mineral bastante abundante, está en su mayor parte constituida por los caparazones de organismos muy pequeños llamados *foraminíferos*). Las plantas necesitan calcio, aunque en pequeñas cantidades. A partir de ellas, el calcio pasa a la estructura de los animales, principalmente a los huesos y dientes. En los huesos, el calcio está como fosfato cálcico, constituyendo aproximadamente el 58 % de los mismos.



El calcio metálico se obtiene generalmente por electrólisis del cloruro de calcio fundido. El calcio se deposita en el cátodo refrigerado por agua.



El cloruro de calcio anhidro se utiliza como agente desecante. Los crisoles calientes y los cristalizadores pueden enfriarse en el desecador sin absorber vapor de agua, puesto que el aire ha sido desecado.

CALCIO, ELEMENTO METÁLICO

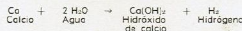
El calcio metal fue obtenido por primera vez por Davy, a principios del pasado siglo. Previamente, se creía que el óxido cálcico era un elemento simple. Davy demostró que se trataba de un óxido de la nueva sustancia que había obtenido, que era en realidad el elemento simple. Fue él quien dio a este elemento el nombre de *calcio*, con el que se le conoce.
Se puede obtener el calcio metálico, al igual que los otros metales reactivos que están relacionados con él, por la electrólisis del cloruro de calcio fundido, cuyo punto de fusión puede ser disminuido añadiendo pequeñas cantidades de fluoruro cálcico. El cloruro de calcio se obtiene como un subproducto de la fabricación de carbonato de sodio por el

Los compuestos de calcio pueden ser detectados por el color rojo ladrillo que dan a la llama de un mechero Bunsen.

COMPUESTOS DE CALCIO

Nombre común	Nombre químico	Usos
Cal viva	Óxido de calcio	Agente desecante
Cal apagada	Hidróxido de calcio	Fabricación de morteros, neutralización de suelos ácidos
Creta Piedra caliza Mármol	Carbonato de calcio	Fabricación de cemento, vidrio, cal
—	Cloruro de calcio	Obtención de calcio metálico; agente desecante
—	Carburo de calcio	Fabricación de acetileno
Anhidrita Yeso Yeso mate	Sulfato de calcio	Materia prima de azufre; escayolado ortopédico

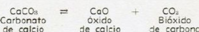
procedimiento de Solvay, pero, puesto que la demanda de calcio es muy pequeña en comparación con la cantidad de cloruro de calcio que se produce, este uso no representa una salida comercial provechosa para el cloruro de calcio.
La electrolisis se lleva a cabo en un crisol recubierto de grafito, que también sirve de ánodo de la célula. Como cátodo se usa un tubo de cobre refrigerado por agua que termina en un casquillo de hierro. Mientras el calcio se deposita sobre el extremo de hierro del cátodo, éste se va levantando lentamente, de manera que sólo la superficie inferior del calcio depositado está en contacto con el fundido. De esta forma se consigue enfriar el metal inmediatamente después de su separación y así se impide que se recombine con el oxígeno que se desprende del ánodo.
El calcio es un metal blanco plateado. Es más duro que el plomo pero mucho más denso que el agua. Cuando se le expone al aire, se recubre rápidamente de una capa blanca de óxido de calcio. Sin embargo, puede ser guardado sin excesivas precauciones, manteniéndolo simplemente en recipientes bien cerrados. El metal puede arder en el aire, y lo hace con una llama característica de color rojo ladrillo. Se observa este mismo color cuando se pone cualquier compuesto de calcio sobre la punta de un alambre de platino en una llama de un mechero Bunsen.
Cuando se introduce calcio en agua fría se forma hidrógeno gaseoso e hidróxido cálcico. Como el hidróxido cálcico no es muy soluble en agua, tiende a separarse de la solución como un fino precipitado blanco.



El calcio es muy reactivo, y se combina directamente con cloro seco, hidrógeno, nitrógeno y azufre para formar cloruro de calcio ($CaCl_2$), hidruro de calcio (CaH_2), nitruro de calcio (Ca_3N_2) y sulfuro de calcio (CaS), respectivamente.
El calcio se emplea como agente reductor, tanto en química orgánica como en la extracción de metales a partir de sus compuestos. También se lo usa como agente desecante, para quitar los últimos vestigios de agua de sustancias orgánicas, como el alcohol. El método corriente de conservar el alcohol *absoluto* libre de agua consiste en mantener virutas de calcio en el fondo de la botella, aunque deberán quitarse, si posteriormente se fuese a lavar la botella con agua.

CAL ANHIDRA O VIVA

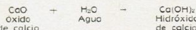
El óxido de calcio (cal viva) se fabrica en gran escala quemando cal. Se calienta la piedra caliza (carbonato de calcio) en hornos llamados *hornos de cal.* El calor necesario para efectuar esta reacción reversible se obtiene quemando gas natural. En otros casos se añade coque, que se hace arder. Por este procedimiento se obtiene cal viva más impura. Se extrae la cal viva por la parte inferior del horno y el bióxido de carbono se escapa por la parte superior.



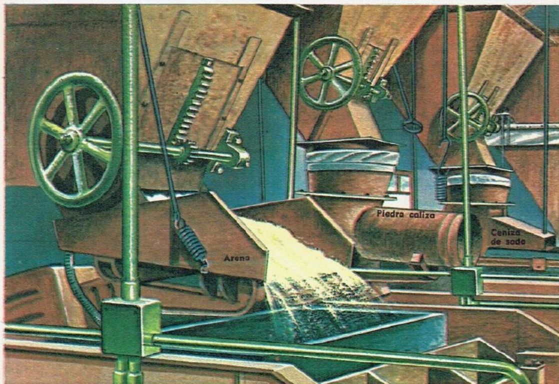
Para que el proceso sea completo y toda la cal se transforme en cal viva, es necesario eliminar lo mejor posible el bióxido de carbono que se produce. Si esto no ocurriera el bióxido de carbono se volvería a combinar con el óxido de cal para formar de nuevo carbonato cálcico, y llegaría un momento en el que se formaría la misma cantidad de carbonato cálcico que se estaba descomponiendo. Esto es, se llegaría a un *equilibrio* y cesaría de formarse cal viva. Para mantener la cantidad de bióxido de carbono en contacto con la cal viva, en un valor pequeño, se hace pasar una corriente de aire a través del horno para que arrastre el bióxido. El bióxido de carbono producido se emplea en muchos casos para otros procesos químicos; por ejemplo, en la fabricación de sosa y azúcar.
La cal viva es un polvo blanco, que fija con avidez el vapor de agua y el bióxido de carbono, y es inestable al aire.

CAL APAGADA

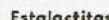
Puesto que se desprende mucho calor cuando se añade óxido de calcio al agua, frecuentemente se le convierte en cal apagada antes de usarlo.



El calor que desprende este proceso hace que hierva parte del agua añadida.
Para apagar la cal, en la preparación de morteros, se pone siempre un exceso de agua, y así se obtiene una mezcla de agua e hidróxido cálcico, llamada *lechada de cal.* La lechada de cal tiene un aspecto grasiento, por lo que también se le llama *cal grasa.* A veces se preparan lechadas a partir de caliza que contiene silicatos; ésta tiene aspecto de barro y se denomina *cal magra.*
Una mezcla de lechada de cal y arena constituye el mortero de cal, que, por endurecimiento, da un material apropiado para la unión de ladrillos. Este endurecimiento se llama *fraguado,* y se origina porque la lechada va perdiendo agua y fijando bióxido de carbono, con lo que se va trasformando en carbonato cálcico. El mortero formado con cal gruesa fragua más rápidamente y tiene mejores propiedades mecánicas que el formado con cal magra. Sin embargo, con este último se trabaja con más facilidad y se usa, por ello en operaciones de acabado.
El fraguado en un muro progresa lentamente de fuera a dentro. En edificios



Las materias primas principales que se usan en la fabricación del vidrio común utilizado en botellas y tarros son: arena (óxido de silicio), piedra caliza (carbonato de calcio) y ceniza de soda (carbonato de sodio). En la figura, las materias primas están siendo introducidas en los hornos mediante tolvas, al comenzar el proceso de fabricación.



Cuando el agua que contiene bióxido de carbono disuelto fluye sobre rocas calizas, se forma una disolución de bicarbonato cálcico. Las estalactitas y las estalagmitas se forman a su vez como resultado del goteo y evaporación de esas disoluciones en el interior de una gruta.

Suministro eléctrico trifásico
Monóxido de carbono
Coque y cal viva
Carburo de calcio fundido

Sección de un horno eléctrico en el que se obtiene carburo de calcio a partir de coque (carbono) y cal viva (óxido de calcio).

construidos hace cientos de años se ha podido comprobar que la cal, en el interior de las paredes, no se había trasformado aún totalmente en carbonato cálcico.

Puesto que el hidróxido cálcico es algo soluble en agua, el mortero ordinario no es estable dentro de la misma, y se le denomina, por ello, *mortero aéreo;* los morteros que fraguan bajo agua se llaman *hidráulicos*.

Además de usarse la cal apagada en la industria de la construcción, también se emplea, en gran escala, en la agricultura para neutralizar suelos ácidos. El hidróxido cálcico es un álcali de fuerza media, apropiado por tanto para neutralizar ácidos.

La cal apagada es también una materia prima importante en la fabricación de un gran número de otros compuestos químicos industriales.

OTROS COMPUESTOS DE CALCIO

Como ya se ha dicho, se obtienen grandes cantidades de cloruro de calcio como subproducto del procedimiento de Solvay. También se puede obtener esta sal por la acción del ácido clorhídrico sobre óxido de calcio, hidróxido de calcio o carbonato de calcio. Parte del cloruro de calcio comercial se emplea en la preparación de calcio metálico, pero mucha mayor cantidad se trasforma mediante calentamiento al estado anhidro (libre de agua). El cloruro de calcio cristalino contiene seis moléculas de agua por cada molécula de cloruro de calcio. Como el cloruro de calcio anhidro absorbe fácilmente agua, se le emplea frecuentemente como agente desecante.

El carburo de calcio es interesante por ser un compuesto inorgánico, que, sin embargo, se puede emplear como materia prima de compuestos orgánicos. Se le fabrica calentando una mezcla de coque y cal viva a 2.500°C en un horno eléctrico.

$$\underset{\text{Óxido de calcio}}{CaO} + \underset{\text{Carbono}}{3\,C} \rightarrow \underset{\text{Carburo de calcio}}{CaC_2} + \underset{\text{Monóxido de carbono}}{CO}$$

Añadiendo agua al carburo de calcio (sólido grisáceo) se libera acetileno, que es un gas inflamable

$$\underset{\text{Carburo de calcio}}{CaC_2} + \underset{\text{Agua}}{2\,H_2O} \rightarrow \underset{\text{Acetileno}}{C_2H_2} + \underset{\text{Hidróxido de calcio}}{Ca(OH)_2}$$

Antiguamente se usaba el carburo de calcio para producir con comodidad acetileno, para su uso en faroles de bicicletas y coches. Actualmente se fabrica el acetileno utilizando el mismo método en gran escala y convirtiéndolo luego en acetaldehído, alcohol etílico y ácido acético.

El sulfato de calcio, como se ha dicho, se encuentra en la naturaleza como una sal anhidra (anhidrita) y un dihidrato (yeso). Cuando se calienta el yeso a 120°C, pierde algo del agua combinada:

$$\underset{\text{Yeso}}{2\,CaSO_4 \cdot 2\,H_2O} \rightarrow \underset{\text{Yeso mate}}{(CaSO_4)_2 \cdot H_2O} + \underset{\text{Agua}}{3\,H_2O}$$

Este hemihidrato es conocido como *yeso mate* o *yeso cocido*. Mezclado con agua, se trasforma al cabo de algún tiempo en una masa dura. Durante el proceso de fraguado hay una pequeña dilatación, aumento de volumen que asegura una copia perfecta de cualquier molde sobre el cual se vierta. Se lo usa mucho como ingrediente del yeso, usado en los edificios, tanto en las paredes como para ornamentación. También se usa el yeso en la fabricación de las tizas que se emplean en las pizarras, en el emplasto empleado en ortopedia (para mantener en su lugar los huesos rotos), y en odontología.

DUREZA DEL AGUA

Las aguas de ríos y manantiales, generalmente llevan disueltas diversas sales minerales. En las aguas naturales son especialmente comunes dos sales de calcio: el sulfato cálcico y el bicarbonato cálcico. El agua que lleva disueltas estas sales se llama *dura*.

Estas sales disueltas en el agua no la hacen perjudicial para la bebida; sin embargo, disminuyen su utilidad para otros dos usos: el lavado y la alimentación de calderas de vapor.

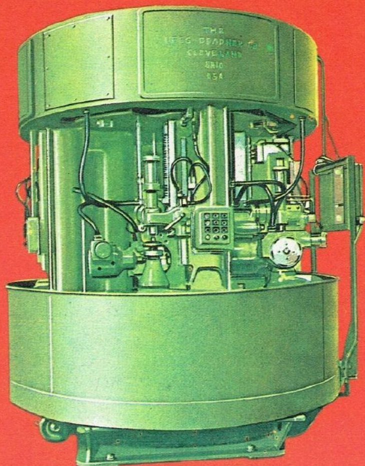
El jabón es una mezcla de sales de sodio de ácidos orgánicos. Cuando el agua contiene calcio, se forman las correspondientes sales cálcicas del jabón, que son insolubles y precipitan. Si se emplea agua dura para lavar, el jabón que se disuelve primero queda destruido al combinarse con el calcio, y, solamente cuando todo el calcio ha sido precipitado, puede el jabón actuar como tal. El empleo de aguas duras presupone, pues, una pérdida de jabón.

Cuando en las calderas de vapor se usa agua que contiene bicarbonato cálcico, se desprende bióxido de carbono y se precipita carbonato cálcico, que se adhiere a los tubos de la caldera. Se forma una capa pétrea que se llama *incrustación*. El sulfato cálcico precipita también formando incrustaciones. Las incrustaciones causan una pérdida de la conductividad calorífica de los tubos de las calderas, lo que lleva consigo un mayor consumo de combustible para obtener la misma cantidad de vapor. Además suelen originar sobrecalentamientos de la caldera, que pueden ser peligrosos.

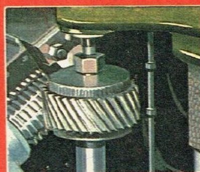
El agua que contiene bicarbonato se puede depurar hirviéndola, por lo que se dice que tiene *dureza temporal;* en cambio, la dureza debida al sulfato cálcico, que no se puede destruir por ebullición, se denomina *dureza permanente*. La dureza temporal también se puede eliminar neutralizando el bicarbonato cálcico.

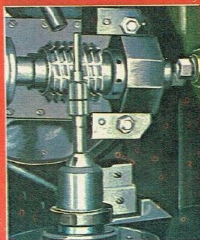
Para la depuración en gran escala lo más económico es utilizar cal apagada; el carbonato cálcico precipitado se separa fácilmente. La dureza permanente, debida al sulfato cálcico, frecuentemente se elimina añadiendo carbonato sódico, con lo que se precipita carbonato cálcico y queda disuelto el sulfato sódico, que no es perjudicial. Existen numerosos procedimientos para eliminar la dureza del agua. Hoy día cada vez se usan más resinas intercambiadoras de iones.

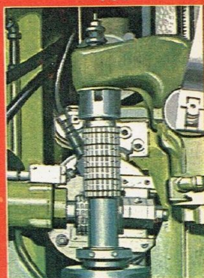
Un proceso similar al de formación de incrustaciones en las calderas es la causa de la formación de estalactitas y estalagmitas. Las aguas subterráneas en terrenos calcáreos llevan disueltas grandes cantidades de bicarbonato. Cuando en su curso se filtran hasta un espacio abierto (una gruta), el bicarbonato se descompone en carbonato cálcico y bióxido de carbono, debido a que este último puede escapar libre. El carbonato cálcico así formado, que es insoluble, forma las estalactitas y las estalagmitas.



Modelo avanzado de maquina-herramienta para fabricar ruedas de engranaje.











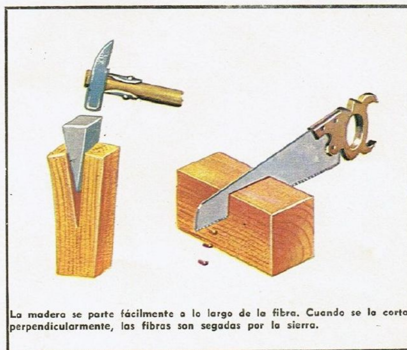
Esquema que muestra algunos detalles de esta máquina-herramienta.

CORTE DE METALES EN EL TALLER MECÁNICO

El trabajo de un taller mecánico podría describirse como el arte práctico de cortar metales y de acoplar con exactitud piezas metálicas, para formar toda clase de productos útiles, tales como maquinaria y objetos varios de uso industrial y doméstico. Muchas de las cosas que usamos han sido fabricadas mediante procedimientos de taller muy elaborados, que llamamos tecnología de fabricación mecánica. Para ello se emplean máquinas caras y complicadas, pero si las examinamos cuidadosamente, vemos que utilizan los mismos principios básicos elementales que se usan en los trabajos simples de taller. Es, pues, importante comprender tales principios.

Aunque en un taller mecánico se usan muchos materiales modernos distintos, todavía se trabaja principalmente con metales, especialmente con acero. Se emplean grandes cantidades de tiempo, dinero y energía, en cortar estos metales; por tanto es importante tratar de comprender qué acontece al metal durante la operación de corte.

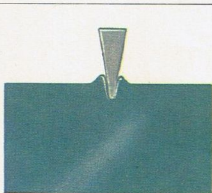
Todo el mundo sabe que la madera se parte cuando se introduce una cuña a lo largo de su fibra y, por esto, resulta muy fácil cortarla. Cuando una sierra corta perpendicularmente la fibra, va arrancando pequeños trozos de las fibras, y deja un corte en la madera.



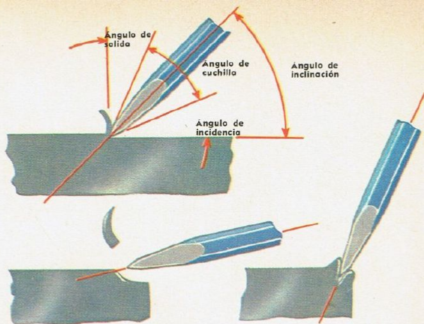
La madera se parte fácilmente a lo largo de la fibra. Cuando se la corta perpendicularmente, las fibras son segadas por la sierra.

El metal no se comporta de este modo, porque en la mayor parte de los casos es fuerte y duro. Es, además, uniformemente compacto, y no fibroso como la madera. Las herramientas de cortar metales no se introducen en el metal como una cuña, sino que se mueven a lo largo de su superficie con una especie de acción rasurante. La punta cortante penetra en la superficie metálica una pequeña cantidad llamada profundidad de corte. La presión en la punta de la herramienta aumenta progresivamente hasta que es tan grande, que la pequeña zona de metal en contacto con la cuchilla, y delante de la misma, se vuelve muy blanda y plástica. Debido a la gran presión, este metal, temporalmente plástico, desliza sobre la cuchilla y se separa del cuerpo principal del metal, en forma de una delgada tira o rizo. El material desprendido se llama viruta metálica, y es material inútil. Conviene, por lo tanto, que sea mínima la cantidad que se tenga que mecanizar (y la cantidad de viruta producida). Gran parte de la pericia y experiencia del ingeniero mecánico debe ser encaminada a este fin, de forma que se pueda realizar el corte de metales lo más económicamente posible. A veces las tiras y rizos de virutas se guardan hasta que hay una cantidad suficiente para mandarlos a las fundiciones para que sean de nuevo aprovechados; sin embargo, lo mejor es producir tan poca viruta como sea posible.

Si el movimiento de la cuchilla sigue una línea recta, la superficie mecanizada producida será también recta; debido a esto, el corte de metales puede ser hecho con exactitud, de forma que dos piezas de metal, después de ser cortadas, puedan acoplarse entre sí con mucha precisión. Un acoplamiento preciso presupone que la superficie debe ser no sólo recta, sino también lisa y pulida. Esto depende muchísimo



Si se introduce una cuña en un bloque de acero, el material no se parte como la madera. La cuña se despunta con facilidad y se atasca en el metal. No es éste un buen procedimiento para cortar un metal, a menos que esté calentado al rojo o que sea muy fino.

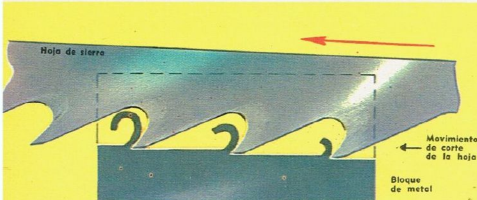


La punta de una herramienta de cortar tiene ángulos de corte definidos, que están basados en el conocimiento científico del comportamiento del metal durante el mecanizado.

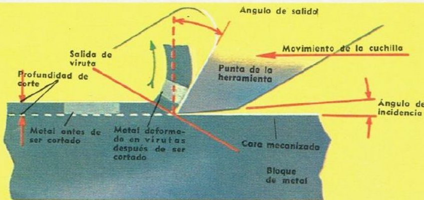
de la forma de la cuchilla, la cual siempre tiene dos ángulos esenciales: uno, llamado ángulo de *incidencia*, asegura que la cuchilla quede libre de contacto con la superficie mecanizada. De otro modo, la cuchilla no podría penetrar en el metal. La cara de la cuchilla, a lo largo de la cual se desliza el metal, está inclinada según un ángulo llamado de *salida*. Este ángulo controla el flujo del metal. Para metales blandos, el flujo se realiza con más facilidad si el ángulo de salida es lo más grande posible. Sin embargo hay un inconveniente; para que el ángulo sea grande, la cuchilla tiene que ser delgada y débil, y se rompe o desgasta fácilmente. Por tanto, la forma de las herramientas para cortar metales debe ser cuidadosamente elegida y preservada cada vez que la herramienta se afile.

Hay otras dos cosas importantes en relación con las herramientas de cortar metales. En primer lugar, que los ángulos con que se construye la herramienta deben ser diferentes para cortar distintos metales. El aluminio, que es blando, requiere ángulos distintos de los que exige el acero, que es duro. El mecánico debe, por tanto, aprender con detalle los ángulos apropiados para diversos materiales a fin de efectuar su trabajo eficientemente.

En segundo lugar, la viruta producida tiene que ser separada. La figura de la sierra demuestra claramente que la viruta puede fácilmente llenar el espacio comprendido entre los dientes. Esto puede, o bien impedir que los dientes sean capaces de seguir cortando, o bien romperlos. Para evitar tales accidentes, se deben diseñar todas las herramientas para cortar de tal forma que la viruta se separe al ser producida, y esto es parte de la pericia y conocimientos requeridos en el trabajo de un taller mecánico.

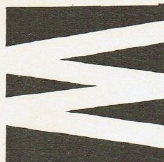


Una hoja de sierra especialmente endurecida, cuyos dientes tengan los ángulos de corte apropiados, cortará metales casi tan fácilmente como madera, aunque con un mecanismo de corte distinto.



Los ángulos de corte tienen importancia, incluso con herramientas simples como la ilustrada. Si no se emplean los ángulos correctos no se puede lograr un corte recto y uniforme.

FABRIL 19-6-64



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

TEFLÓN: UN PLÁSTICO DISTINTO

Cuando trabajaban sobre sustancias fluorocarbonadas refrigerantes, los científicos de Du Pont descubrieron hace unos años, casi accidentalmente, una sustancia plástica, blanca y resbaladiza, que fue denominada **teflón.**
Este producto presenta peculiares características: puede ser sometido a grandes temperaturas, es muy buen aislante eléctrico y resiste excelentemente a la tracción y perforación. Además de esto, no presenta ninguna adhesividad, de forma que, entre otras cosas, es de mucha utilidad para recubrimiento de material de cocina. En efecto, en una sartén recubierta con una fina capa de teflón pueden freirse huevos, carne y cualquier otra cosa sin necesidad de aceite y sin peligro de que se "agarren". Esto es debido a que los átomos de flúor, que ocupan las posiciones externas de la molécula de teflón, están tan fuertemente unidos a los átomos de carbono, que no tienen ninguna apetencia a ligarse con las moléculas de otras sustancias que se pongan en contacto con ellos.
Las grandes compañías electrónicas realizan actualmente sus circuitos impresos sobre finas láminas de teflón, cuyo espesor puede ser tan pequeño como 5 centésimas de milímetro.
El teflón se utiliza también para la fabricación de trajes a prueba de fuego y de conos frontales de cohetes espaciales. Algunas planchas llevan ahora un recubrimiento de teflón para facilitar su deslizamiento.
En el mismo sentido, algunos fabricantes de automóviles construyen los cojinetes y juntas de este material que no necesita lubricante. En el campo de la cirugía, se utilizan cada vez más tubos de teflón para reemplazar arterias seccionadas.

INTENTOS DE CONTROLAR EL CLIMA

El observatorio de altura de Climax, Colorado, está siendo equipado con aparatos de radar, instrumentos de medida de radiactividad, estaciones de radio destinadas a recibir las indicaciones de satélites meteorológicos y una pequeña plataforma de lanzamiento de cohetes-sonda atmosféricos.
El objetivo que se persigue es controlar y dirigir el clima sobre grandes extensiones de terreno en esta área. El Centro de Estudios formado, está dirigido por el profesor W. O. Roberts y colaboran en él representantes de 14 instituciones universitarias estadounidenses integradas con el nombre de Consejo Universitario para la Investigación Atmosférica.
Una de las primeras cuestiones que los meteorólogos estadounidenses tienen planteada, es la de si el polvo cósmico, "ríos" de meteoritos que la Tierra atraviesa en su viaje alrededor del Sol, desencadena verdaderamente la caída de lluvia. Esta hipótesis ha sido propuesta por el físico australiano E. G. Bowen, que afirma que en torno de las finas partículas cósmicas que alcanzan nuestra atmósfera, se forman cristales de hielo y que existe una correlación entre el paso de la Tierra a través de polvos meteoríticos y la caída de la lluvia.
Por otra parte, los especialistas estadounidenses han podido observar un hecho interesante a raíz de las explosiones nucleares en la alta atmósfera, llevadas a cabo en 1962, cerca de la isla Johnston, en el Pacífico. Al efectuar medidas de radiactividad en la baja atmósfera, pudieron notar que los vientos predominantes en el hemisferio norte y los del sur estaban aislados por una zona oceánica situada a nivel del ecuador. Parece rigurosamente cierto que los ciclones nacen justamente en esta región del océano. El equipo del profesor W. O. Roberts va a reconstruir en el laboratorio el mismo fenómeno para mejor comprender el mecanismo de formación de los ciclones.

LA ESTADÍSTICA Y EL CÁNCER

Aplicando métodos estadísticos en el estudio del cáncer, se han podido obtener resultados interesantes que permiten en algunos casos arriesgar hipótesis sobre las causas que determinan el padecimiento de esta enfermedad. En otros casos, por el contrario, los resultados, además de no aclarar nada, resultan francamente paradójicos.
Si consideramos las estadísticas de cáncer de la piel y de cáncer de los labios, observamos que su frecuencia es doble en la mitad sur de los EE.UU. que en la mitad norte. En la Unión Soviética se observa algo análogo, ya que el cáncer de la piel representa en la zona sur del país, aproximadamente, la cuarta parte de todos los casos de cáncer, mientras que en las zonas nórdicas del mismo país, sólo supone la veinteava parte del total de los casos de cáncer. De hechos estadísticos similares a éstos, observados en muchos otros países, parece deducirse que la morbilidad por cáncer de piel y de labio es tanto mayor para un país cuanto más cercano se encuentre éste al ecuador, lo que se ha relacionado en seguida con la acción sobre la piel de los rayos solares. El cáncer de labio inferior, muy frecuente entre los australianos, no se da tanto entre las mujeres, hecho quizá atribuible al lápiz de labios, que desempeñaría un papel protector.
Los técnicos de la Organización Mundial de la Salud están confeccionando un mapa del cáncer. Inglaterra es donde más se da el cáncer de pulmón. El de estómago afecta principalmente a los habitantes de Islandia y del Japón. Los congoleños son las víctimas más probables del cáncer de hígado, mientras que en la India es donde más casos de cáncer de boca se registran. Basándonos en las cifras obtenidas, ¿es posible avanzar hipótesis sobre las causas de un tipo determinado de cáncer? En algunos casos, sí. Por ejemplo, el cáncer de boca, tan frecuente en la India, puede deberse a la costumbre que existe entre los habitantes de esta región de mascar una mezcla de tabaco y limón. Otras estadísticas, por el contrario, desafían al entendimiento humano. Por ejemplo, en los EE.UU., en 1915, la mortalidad debida al cáncer fue objeto de una estadística. Por orden decreciente, las víctimas más frecuentes del cáncer eran: la mujer blanca, la mujer negra, el hombre blanco y el hombre negro. En 1954, sin embargo, las estadísticas dieron exactamente el orden inverso, sin que fuera posible dar una explicación de este hecho. Asimismo, si bien la alimentación es, sin duda, el origen del cáncer de estómago, no se ha podido encontrar ningún punto común entre la dieta ordinaria del Japón y de Islandia, países que ostentan el record de cáncer del estómago.



CORREO DE LECTORES

CONSULTAS AGRUPADAS

E. M. S. En efecto, algunos mamíferos como la marmota, los lirones, y algunos murciélagos, se sumen, al llegar el frío, en un típico **letargo o sueño invernal,** durante el cual viven consumiendo lentamente la reserva grasa que han almacenado en su tejido adiposo durante los meses de actividad. Este estado letárgico se debe al cese de la actividad de la glándula tiroides. Si a uno de estos animales se le propina una inyección de tiroidina, sale de su letargo y reemprende la vida activa durante un cierto tiempo. Por otra parte, durante el letargo, despiertan periódicamente para expulsar sus secreciones y, a veces, para tomar alimento.

M. G. R. El proceso de absorción de luz y reemisión parcial de luz de longitud de onda mayor que la absorbida, se llama fluorescencia. En muchos casos, este fenómeno ocurre sólo mientras la sustancia está excitada por la luz incidente. En otros casos, la reemisión de luz puede ser



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere

retardada y continuar durante varias horas. Esta fluorescencia retardada se conoce con el nombre de **fosforescencia.** Las sustancias fosforescentes absorben energía de la luz por la que son excitadas, la cual se convierte parcialmente en calor o aumenta la energía cinética de sus moléculas. Parte de la energía absorbida altera los niveles energéticos de sus moléculas. Esta alteración puede persistir durante un tiempo más o menos largo, después del cual las moléculas vuelven a su estado fundamental emitiendo luz de longitud de onda mayor.
En resumen, **fluorescencia** es el proceso por el que una sustancia absorbe energía radiante y la emite, en parte, con una longitud de onda mayor. **Fosforescencia** es, simplemente, fluorescencia retardada.

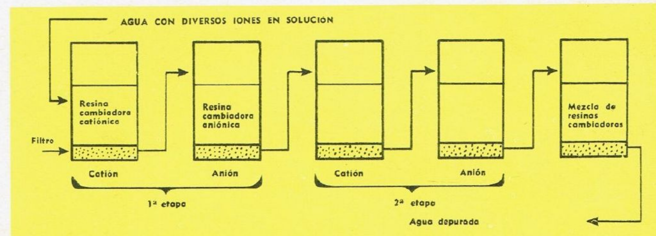
RESINAS CAMBIADORAS DE IONES

A. P. M. He oído hablar de las "resinas cambiadoras". Quisiera que me explicaran su fundamento y sus aplicaciones.

Esquema de una planta de depuración de agua mediante el empleo de resinas cambiadoras. Estas sustancias fijan los iones de la solución (los cationes o los aniones según su especialidad), cediendo en intercambio iones H+ o OH—, respectivamente. Una vez gastadas, las resinas pueden regenerarse fácilmente para ser utilizadas de nuevo. Estas sustancias proporcionan un método práctico, eficiente y económico de obtener agua pura.



Las resinas cambiadoras de iones son conocidas desde hace algo más de un cuarto de siglo. Generalmente, son sustancias sintéticas del tipo de los plásticos, que tienen la importante propiedad de intercambiar iones con una disolución acuosa que se ponga en contacto con ellas. Como es bien conocido, las sales minerales que el agua generalmente contiene se encuentran disociados en iones, positivos y negativos. Por ejemplo, al disolver SO_4Ca en agua, esta sal se disocia en iones $SO_4^=$ e iones Ca^{++}.
Estos iones Ca^{++} son los responsables principales de la existencia de "aguas duras". Mediante una resina cambiadora, se puede conseguir reemplazar estos iones Ca^{++} por iones Na^+ suministrados por la resina, consiguiéndose así "ablandar" el agua. Mientras a la resina le queden iones Na^+ para intercambiar, puede seguir utilizándose en este proceso. Cuando se agotan, la resina se puede regenerar por medio de una solución concentrada de Cl Na (sal común), para que tenga lugar un proceso inverso.
También existen resinas cambiadoras de aniones (iones negativos), por lo que pueden obtenerse aguas muy puras, haciéndolas pasar sucesivamente por dos columnas apropiadas. Estas resinas proporcionan, pues, un método cómodo, práctico y económico de obtener agua pura en gran escala. En otras ocasiones se utilizan para recuperar de una solución un ion determinado. Por ejemplo, existen resinas especiales que fijan los iones uranilo, los cuales son así separados de los demás componentes.



Y PARA CONCLUIR...

CIENTÍFICO CELOSO

El científico inglés Robert Hooke (1635-1730), contemporáneo y antagonista de Newton, por miedo de que otros científicos sin escrúpulos le robaran su descubrimiento de la ley que lleva su nombre, la publicó al final de uno de sus escritos en esta forma:

ce iii noss tt uv

Más tarde, hizo saber que las letras de este anagrama ordenadas debidamente formaban la frase:

"ut tensio sic vis"

(según es la extensión, así es la fuerza), que en términos más modernos expresamos, refiriéndonos a un cuerpo sólido sometido a una tensión: Las deformaciones producidas son directamente proporcionales a las tensiones.

EL ÁTOMO Y SUS ANTECEDENTES

La palabra átomo es de origen griego y significa "indivisible". Nuestro conocimiento del atomismo griego proviene principalmente del largo poema de Lucrecio, quien en **Rerum Natura** explicó las teorías de Epicuro y Demócrito:
"Las mismas letras seleccionadas y combinadas de modo distinto, significan cielo, tierra, mar, ríos, sol... Estas palabras tienen algunas letras en común, pero su significado es distinto según el orden en que se combinen. De la misma forma, cuando las distancias, relaciones, pesos, impulsos, choques, movimiento, orden y posición de los átomos cambian, también se modifican las propiedades de las cosas que ellos forman."
Según las ideas de aquella época, la forma de los átomos determinaba las propiedades de la sustancia. Los átomos de hierro eran duros y fuertes, los de agua eran suaves y resbaladizos, y los de sal tenían forma de aguja.
En próximas notas, veremos cómo ha ido evolucionando esta primitiva idea del átomo, hasta llegar a la imagen que de él se tiene en nuestros días.

FRASE DE LA SEMANA

Dijo Lord Kelvin (1824-1907): "Empezamos a conocer un fenómeno cuando somos capaces de medirlo y expresarlo en números; mientras tanto, nuestro conocimiento de dicho fenómeno será deficiente e insatisfactorio."

PRECIOS DE VENTA **(Rigen también para los números atrasados)**

ARGENTINA,	Pesos	30.—	
*COLOMBIA,	Pesos	3.—	
*COSTA RICA,	Colones	2.—	
*CHILE,	Escudos	0,75	
ECUADOR,	Sucres	6.—	
*EL SALVADOR,	Colones	1.—	
ESPAÑA,	Pesetas	18.—	
*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	
*HONDURAS,	Lempiras	0,60	
*MÉXICO,	Pesos	3,50	
*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	
*PANAMÁ,	Balboas	0,30	
PERÚ,	Soles	10.—	
*PUERTO RICO,	Dólares	0,30	
*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30	
URUGUAY,	Pesos	4.—	
*VENEZUELA,	Bolívares	1,25	

Aparece todas las semanas *** Distribución a partir del 17 de agosto de 1964**

Nº 45

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



SUPERVISOR CIENTÍFICO DE LA VERSIÓN CASTELLANA:
Jesús MORCILLO RUBIO, doctor en ciencias y catedrático de la Universidad de Madrid.

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: Bernard JAFFE (Director de la James Madison High School, Nueva York), el trabajo del químico. M. ARON (Profesor Facultad de Medicina de Estrasburgo), visión. Robert C. ELDERFIELD (Profesor de Química, Universidad de Michigan), reacciones químicas. Le Roy APKER (Doctor en Física, Laboratorio General Electric), perfil aerodinámico. Frederic KEFFER (Profesor Física, Universidad de Pittsburgh), viscosidad. Richard K. MOORE (Ingeniero electrónico, Profesor Universidad de Nuevo Méjico), sincronización del osciloscopio. C. HAND (Departamento de Zoología de la Universidad de California), Henri Fabre y los insectos.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por
EDITORIAL CODEX S. A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO I
TOMO IV
Nº 45

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana, Carrera 7ª Nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S.A., Santo Domingo 1175, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela DC. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. Responsable Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S.A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** C. A. Venezolana de Publicaciones, Principal a Santa Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:
EL TRABAJO DEL QUÍMICO. — Espectrógrafo de masas utilizado en el estudio de la composición de gases; (arriba) tres gráficos que muestran el distinto comportamiento de una mezcla de sustancias cerca del punto de ebullición; (abajo) unidad para producir los extremos vacíos necesarios para el funcionamiento del espectrógrafo.

Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Agua celular. — Actualmente se está dedicando mucha atención al papel representado por el agua en las células del cuerpo humano. Un mejor conocimiento de la biofísica del agua celular contribuirá eficazmente a resolver muchos y muy importantes problemas biológicos, entre los que pueden citarse: las enfermedades de la vejez, las propiedades del protoplasma, los daños causados por los rayos X en los tejidos, el mecanismo de la anestesia, etc.

La fuente de juventud de los claveles. — Pequeñas dosis del gas óxido de etileno hacen que las flores permanezcan lozanas durante más tiempo, después de cortadas. Ésta es la conclusión inducida de una serie de experiencias realizadas en EE. UU., en las que un ramo de claveles fue colocado durante 24 horas en una habitación cuya atmósfera contenía óxido de etileno. Los claveles comenzaron a ponerse mustios al octavo día, mientras que en atmósfera normal este hecho sucede al sexto día, para el tipo particular de clavel en estudio. Cuando los claveles fueron colocados en atmósfera de etileno, antes de las 24 horas comenzaron ya a perder su frescura y a los tres días estaban completamente secos. Los efectos del etileno son, pues, opuestos a los del óxido de etileno. En la actualidad, se están intentado explicar los resultados de estas experiencias.

Autoprovisión de remiendos quirúrgicos. — Los pacientes del St. George's Hospital, de Londres, cultivan en su propio cuerpo el material necesario para reemplazar, en su oportunidad, las válvulas principales de su propio corazón. Este sistema de autoprovisión de material quirúrgico ha sido proyectado por el Dr. Charles Drew y colaboradores. Consiste en separar un trozo de tejido de la pared abdominal del paciente y colocarlo en un molde plástico de la forma de una válvula cardíaca. Este molde se inserta en el abdomen del paciente durante seis semanas, al cabo de las cuales el tejido puede ser cosido en su propio corazón y funcionar como una válvula, que sustituye a la primitiva. El Dr. Drew asegura que para reemplazar una válvula cardíaca deteriorada "no existe mejor sustituto que el tejido del propio paciente"



NOTICIAS DE MAÑANA

El elemento torio, esperanza de la energía nuclear. — Los científicos de la compañía Babcock and Wilcox han predicho que si el crecimiento de la energía atómica en los EE. UU. sigue el curso esperado, las reservas de uranio natural estarán agotadas dentro de 26 años. Las 700.000 toneladas de uranio que constituyen las reservas de ese país, no serán una fuente de energía nuclear muy significativa, a menos que los neutrones producidos en la reacción de fisión sean utilizados para obtener nuevo "combustible". Como es sabido, esta operación de aprovechamiento de los neutrones se realiza actualmente para producir plutonio-239, elemento, a su vez, fisionable.
Sin embargo, parece ser más viable el empleo del torio, el cual es aproximadamente cuatro veces más abundante que el uranio, para producir "combustible nuclear" más económico y de mayor rendimiento. El torio puede ser utilizado en conjunción con uranio-235 en un reactor nuclear, para absorber los neutrones sobrantes producidos en la fisión de este último, y convertirse en uranio-233 que también es fisionable. Se están realizando actualmente investigaciones encaminadas a proporcionar las condiciones óptimas del futuro reactor de U-233-torio que, tal vez, proporcione la mejor solución al problema de la escasez de combustibles atómicos naturales.

Isabel La Católica y el gobierno de EE. UU. — Los problemas médicos que atañen al tripulante de una nave espacial son, naturalmente, muchos y muy complejos. En la Aerospace Medical School (Texas), se está realizando una serie de experiencias para investigar los efectos de los viajes espaciales sobre el organismo humano. Asimismo, se ha proyectado en dicho centro el lanzamiento de un laboratorio tripulado, el cual permanecería en el espacio durante un mes aproximadamente, y que contribuiría a solucionar la mayor parte de los problemas que actualmente se plantean en este campo.
Este proyecto tardaría cuatro años en ser realizado una vez que se haya conseguido el dinero necesario. Comparando el programa espacial estadounidense con el viaje de Colón, el teniente general Ferguson, subdirector de investigación y desarrollo de la U.S.A.F., opina que, en términos de economía política, Isabel La Católica fue más fácilmente convencida por Colón, que el gobierno de los Estados Unidos por sus técnicos aeroespaciales.

EL TRABAJO DEL QUÍMICO

Para dedicarse a la profesión de químico es necesario alcanzar previamente un conocimiento completo de las reacciones químicas fundamentales de las sustancias. Este estudio proporciona una valiosa base, aunque un gran número de químicos hagan relativamente poco uso directo de esta química básica en su trabajo diario, cuya naturaleza es probablemente muy especializada. De acuerdo con el tipo de trabajo que realizan los químicos pueden dividirse en dos grandes grupos: los analistas y los investigadores.

Los que están dedicados a la investigación química —bien haciendo compuestos nuevos, o buscando métodos de obtención mejores, y posiblemente más económicos, para sustancias de las que hay demanda, o bien investigando más intensamente el comportamiento de las sustancias, a veces bajo condiciones extremas de presión y temperatura— hacen poco uso directo de sus conocimientos de química general. En lugar de emplear como fuentes de información libros de texto corrientes, estos especialistas suelen consultar artículos publicados en revistas científicas. Sin embargo, probablemente es mayor el número de químicos cuya actividad se relaciona de alguna forma con el análisis. En muchos casos es necesario saber qué sustancias están presentes en una muestra. Puede ser vital, por ejemplo, conocer la cantidad de alguno de los productos presentes en dicha muestra, particularmente de aquellos que pueden estarlo en cantidades pequeñas.

Mediante el *análisis cualitativo* se pueden encontrar los elementos o radicales presentes en una muestra de una sustancia inorgánica. Esto se realiza llevando a cabo series completas de pequeñas experiencias, llamadas comúnmente "ensayos". El orden de estos ensayos ha sido cuidadosamente dispuesto de forma que los distintos componentes de la mezcla sean extraídos gradualmente de la disolución (la muestra ha sido disuelta anteriormente en agua o ácido). La formación de un precipitado o el desprendimiento de un gas que sigue a la adición de una determinada sustancia, indica la presencia de un metal o radical determinado.

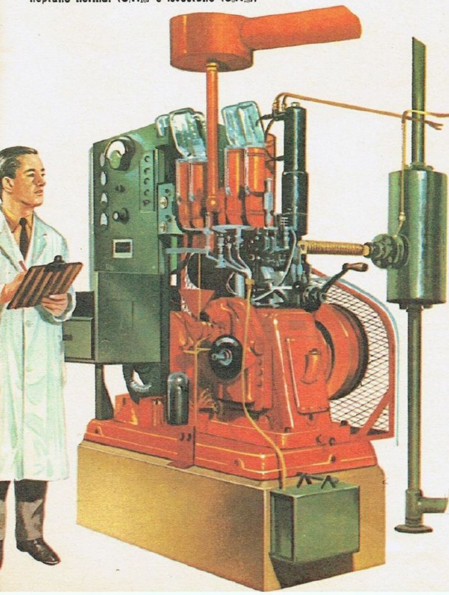
Después de la identificación de los componentes de la muestra puede desearse conocer en qué cantidad están presentes las diferentes sustancias. Esta rama de la química se conoce como *análisis cuantitativo*. Para ello, muchas veces es posible eliminar de la disolución el metal o radical en cuestión, precipitándolo en la forma de un compuesto insoluble. El sólido eliminado de la disolución, generalmente, se filtra, se seca y se pesa, por lo que los métodos en los que se pesan los precipitados son denominados "gravimétricos" Una vez conocida la cantidad de sólido obtenida, es posible calcular la proporción en que estaba presente el metal en la muestra primitiva.

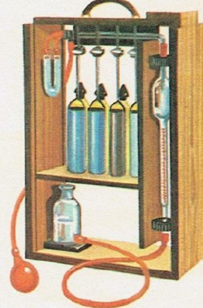
Otros tipos de determinaciones se prestan a los llamados *análisis volumétricos*. Mediante esta técnica se puede calcular la concentración de algunas sustancias en disolución (y también de sólidos una vez disueltos), por adición continuada de volúmenes conocidos de otra disolución con la cual puedan reaccionar. La composición de esta última disolución, a la que suele llamarse disolución patrón, debe ser conocida exactamente. Además, es necesario saber el momento en que el componente activo de la disolución incógnita ha reaccionado totalmente, para lo cual suele utilizarse un indicador. Si, por ejemplo, hay que determinar la cantidad de álcali presente en una disolución, se añade a ésta ácido hasta que el álcali se neutralice; como indicador se utiliza papel de tornasol o una sustancia análoga. El color de la solución pasa de ser azul (cuando la solución es alcalina) a rojo (tan pronto como haya un ligero exceso de ácido).

Las técnicas que hemos mencionado se aplican más a la detección y estimación de sustancias inorgánicas, que al de sustancias orgánicas. En el análisis de sustancias orgánicas no es suficiente conocer los elementos que están presentes. (Todos los compuestos orgánicos contienen carbono. Muchos contienen también hidrógeno y oxígeno). Otros elementos que pueden entrar en la composición de sustancias orgánicas son nitrógeno, azufre y halógenos (flúor, cloro, bromo y yodo). Una vez conocidos los elementos constituyentes de una sustancia orgánica, y sus cantidades relativas, el paso siguiente es identificar de que tipo de sustancia se trata. Es decir, ¿en qué forma están enlazados entre sí los distintos elementos? Un compuesto que contenga carbono, hidrógeno y oxígeno, puede ser un alcohol, fenol, ácido, aldehído o cetona. El nitrógeno, en un compuesto orgánico, puede dar lugar a aminas ($-NH_2$), amidas ($CONH_2$), cianuros ($-CN$) o grupos azo ($-N:N-$).

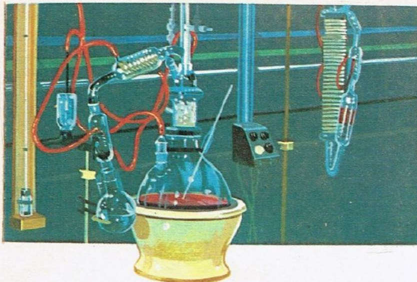
Una gran variedad de industrias requieren el trabajo del analista. En la mayor parte de los casos, su labor redundará en una serie de beneficios para el usuario o el consumidor de los productos elaborados por la empresa. Muchos analistas, empleados por las propias empresas, tienen como misión el comprobar que los artículos que se destinan a la venta cumplen los necesarios requisitos, mientras que otros, empleados por diversos departamentos del gobierno, se dedican a verificar

Máquina para ensayos de propiedades antidetonantes de combustibles. La eficacia de cada muestra se compara con la correspondiente mezcla de heptano normal (C_7H_{16}) e isooctano (C_8H_{18}).

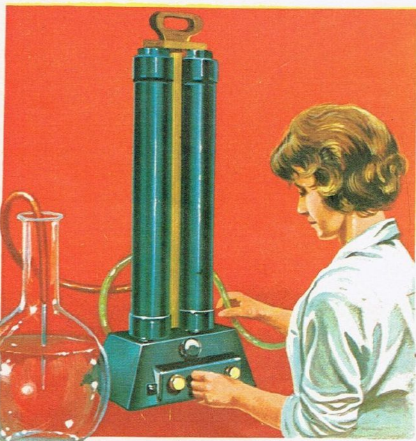




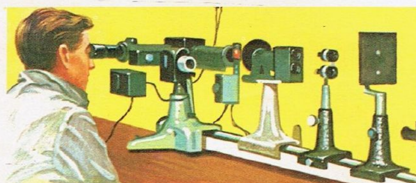
"Aparato de Orsat", empleado para análisis volumétrico de gases.



Una vez obtenida una sustancia, es necesario purificarla. La figura representa la separación de los componentes líquidos de una muestra por destilación.



Hay que asegurarse de que en el análisis, particularmente en el caso de elementos en pequeñas cantidades, no se introduzcan impurezas en la sustancia. Las disoluciones tienen que hacerse en agua pura; para obtenerla se utilizan, entre otros procedimientos, las columnas de resinas cambiadoras de iones.



En la comprobación rutinaria de productos se emplea un gran número de instrumentos mecánicos y eléctricos. La figura representa un espectrofotómetro utilizado para el control de calidad en productos alimenticios.

si los distintos productos tienen efectivamente la composición que proclaman los fabricantes. En otros casos, particularmente en el caso de productos alimenticios, el analista debe comprobar que se han seguido en la elaboración todas las normas legales al respecto.

Con frecuencia se realizan ensayos químicos sobre el agua para el abastecimiento de las poblaciones, asegurando su potabilidad. Las bacterias perjudiciales se eliminan mediante un tratamiento con cloro, pero si la cantidad de éste, que queda disuelto, alcanza un cierto nivel, el agua resulta desagradable para ser bebida. La concentración de cloro ha de estar, por lo tanto, cuidadosamente vigilada. En algunas zonas es posible que llegue a haber trazas de metales tóxicos disueltos en el agua. Esto puede ocurrir especialmente en el caso de aguas muy blandas, con tendencia a ser ácidas. Es igualmente importante que se busquen estos metales en la totalidad de las muestras.

En el abastecimiento del gas de uso urbano, se llevan a cabo análisis para confirmar que posee la capacidad calorífica necesaria y que no queda sulfuro de hidrógeno gaseoso en el producto purificado. Entre los constituyentes del gas, está el inodoro y venenoso monóxido de carbono, por lo cual se toman las medidas necesarias para asegurar que un escape de gas resulte fácil de detectar, comunicándole un olor desagradable.

Los residuos líquidos y gaseosos (que comprenden también los productos cloacales) deben ser analizados para prevenir la formación de sustancias desagradables y peligrosas liberadas en la atmósfera o descargadas en los ríos. Un control más riguroso de los gases y del polvo, arrojados a la atmósfera por las empresas industriales, sería una posible forma de evitar las peligrosas nieblas que se forman en algunas ciudades industriales, de las que Londres es un ejemplo bien conocido.

En las empresas dedicadas a la elaboración o conserva de comestibles se realizan rutinariamente ensayos de calidad en todas las etapas de la elaboración. Además se analizan también las materias primas antes de ser adquiridas y se comprueba que el producto final cumple con todas las normas legales. El analista debe estudiar también la posibilidad de que el producto, al envasarse, ataque el recipiente que lo contiene, corroyendo, especialmente en el caso de conservas en envases de hojalata.

Hay otros muchos campos donde los analistas pueden trabajar, pero el reducido espacio permite sólo hacer una pequeña referencia de ellos. En la elaboración de metales se debe comprobar la ausencia de metales indeseables y otras partículas y asegurarse de que en las aleaciones, las pequeñas cantidades de metales adicionales estén en las proporciones correctas.

Los analistas trabajan también en los hospitales para asistir a los médicos en la diagnosis de enfermedades e investigar la recuperación de los pacientes. Otro campo de actividad es el de los laboratorios forenses en los que los químicos y expertos en otras ciencias (como la biología) desempeñan un importante papel en el descubrimiento del crimen.

En los casos en que se analizan regularmente los mismos tipos de muestras para los mismos constituyentes, existe la posibilidad de realizar gran parte del trabajo utilizando ayuda mecánica. Se ha desarrollado un gran número de aparatos de registro automático para la toma y análisis de muestras a intervalos regulares.

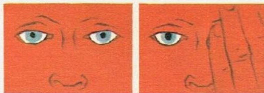
En los últimos años el desarrollo científico y técnico ha sido muy rápido, de modo que actualmente son muchos los temas en los que es necesaria una investigación más amplia. El desarrollo de películas y fibras plásticas ha alcanzado grandes progresos en los últimos 30 años. Existen muchas personas que realizan investigaciones para mejorar los métodos de obtención, empleo de los plásticos conocidos y producción de otros nuevos.

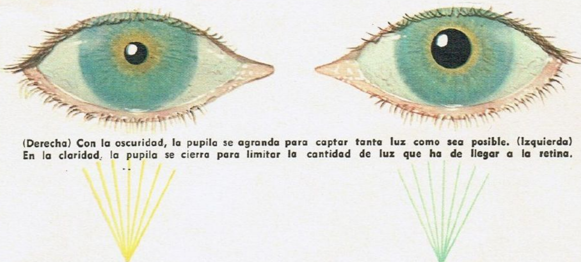
La creciente popularidad del automóvil y del avión creó una progresiva demanda de productos derivados del petróleo, que encuentran aplicación como combustibles proporcionando la fuerza motriz y lubricación para la buena conservación de las partes móviles de estos vehículos. Como consecuencia de ello, las compañías petrolíferas se han visto obligadas a realizar investigaciones para encontrar combustibles derivados del petróleo, que proporcionen un consumo aceptable y el menor desgaste posible de las máquinas. Más particularmente, estas compañías están empeñadas también en encontrar formas de utilización de los subproductos del refinado del petróleo que en otro tiempo se consideraban sin valor. De hecho se producen ya algunos plásticos a partir de subproductos de las refinerías.

Cuando se producen sustancias a escala industrial el objeto principal es buscar la forma de producir económicamente un producto de pureza satisfactoria. El método elegido debe dar un mínimo de subproductos, o bien éstos deben ser, a su vez, susceptibles de comercialización. En la fabricación de ácido sulfúrico a partir de la anhidrita, por ejemplo, se puede obtener como subproducto un cemento, que puede ser enviado al mercado.

Otro campo para la investigación química, es el concerniente a la preparación de nuevas drogas. El proceso de selección de una nueva droga suele ser muy lento, ya que es necesario realizar largas series de comprobaciones, empleándosela primero en animales y luego en casos clínicos extremos, antes de que pueda ser propuesta para uso general.

A la luz del día las pupilas son pequeñas. Cuando se tapa un ojo, la pupila del otro se agranda como resultado de un acto reflejo que relaciona los dos ojos.





(Derecha) Con la oscuridad, la pupila se agranda para captar tanta luz como sea posible. (Izquierda) En la claridad, la pupila se cierra para limitar la cantidad de luz que ha de llegar a la retina.

LA VISIÓN

Los ojos, en el hombre, desempeñan un papel particularmente importante dentro del sistema receptor del cuerpo, proporcionando al sistema nervioso central información precisa sobre las condiciones que le rodean.

Otros órganos del hombre, sensibles a la radiación, son los receptores de calor de la piel y otras partes del cuerpo (por ejemplo, la boca).

Algunos animales, sin embargo, poseen órganos receptores extraordinariamente sensibles a la radiación de onda larga (calor). Ciertas serpientes son capaces de determinar la posición de sus presas de sangre caliente con tal precisión que pueden atraparla en la oscuridad, por la exacta detección de la radiación emitida. Muchos insectos pueden detectar la radiación ultravioleta, que para nosotros es invisible. Las abejas son capaces de determinar el plano de vibración de la luz, de lo cual se valen para orientarse.

FISIOLOGÍA DEL OJO

El ojo humano es un órgano de forma esférica, que está lleno de líquido. La presión de dicho líquido mantiene la forma del ojo. La pared del ojo está formada por tres capas principales; una fuerte membrana fibrosa exterior, llamada *esclerótica*; una capa intermedia que contiene pigmentos y vasos sanguíneos, denominada *coroides*; y otra cubierta interior, la *retina*, que contiene las células sensibles a la luz, células visuales, situadas en los extremos de las fibras nerviosas, las cuales parten de la retina para formar el nervio óptico, y las células nerviosas que relacionan los órganos receptores con aquéllas.

En la parte anterior del ojo estas tres membranas están modificadas. La esclerótica, que tiene unos 12 mm. de radio y que es visible externamente en la zona blanca del ojo, forma la *córnea*. La parte anterior de la córnea está cubierta por una capa de protección, delgada y trasparente, llamada *conjuntiva*. La conjuntiva es la continuación de un órgano anexo protector llamado *párpado*. La coroides está modificada en su parte anterior, formando lo que se llama *iris*, parte del ojo visible, de color azul o castaño, y que es una especie de diafragma fijo sobre los bordes de la esclerótica, en cuyo centro tiene una abertura circular llamada *pupila*. La parte exterior, dilatada, del iris es el *cuerpo ciliar*, formado por fibras musculares, cuya acción es modificar el *cristalino*, que es una lente convergente cuya cara anterior tiene unos 10 mm. de radio, y unos 6 mm. la posterior. Su índice de refracción se modifica desde la periferia al centro, siendo superior en éste que en los bordes. Su valor medio es de 1,437. Esta variación tiene por objeto corregir las aberraciones del cristalino como lente. Es trasparente y está sujeto a la coroides mediante los *músculos ciliares*, que, al variar la tensión con que mantienen el cristalino, modifican la curvatura de sus caras. La retina termina, justamente, detrás de los músculos ciliares.

El iris y el cristalino dividen el ojo en las regiones *anterior* y *posterior*. La región anterior, entre el cristalino y la córnea, contiene un líquido, llamado *humor acuoso*, que es una sustancia parecida al agua; la región posterior contiene el denominado *humor vítreo*, semejante a la clara de huevo, y cuya viscosidad es mayor. El índice de refracción para ambos es de 1,337.

El ojo está situado dentro de su cavidad ósea u *órbita*, en la parte delantera del cráneo. Los párpados se cierran rápidamente cuando se toca la bola del ojo, o cuando un objeto se mueve rápidamente hacia él. Mediante su frecuente parpadeo, los párpados arrastran el líquido de las *glándulas lagrimales* a lo largo del ojo. Esta acción permite conservar húmeda la córnea, la nutre y

arrastra hacia afuera la arenilla y el polvo que se hayan podido depositar. El ojo se mueve dentro de su órbita mediante la acción de seis músculos, los cuales tienen una coordinación tan exacta que hacen que ambos ojos puedan moverse en la misma dirección. Los párpados, junto con las *cejas* y las *pestañas,* son los órganos exteriores encargados de la protección del ojo.

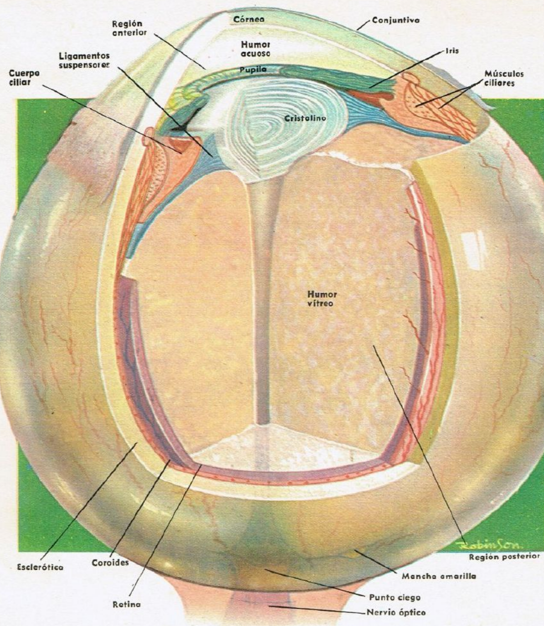
La luz penetra en la parte posterior del ojo después de pasar a través de la córnea, la pupila y el cristalino. La córnea es una parte importante en el mecanismo del enfoque.

El iris es equivalente al diafragma de una cámara fotográfica. Posee dos clases de fibras musculares, unas ordenadas radialmente (de forma análoga a los rayos de una rueda de bicicleta) y otras dispuestas en círculo en la parte interior del iris. Las fibras radiales se contraen en la oscuridad, ensanchándose la pupila y permitiendo así que penetre en el ojo el máximo de luz posible. Cuando la luz es fuerte, por contracción de las fibras circulares (a la vez que las fibras radiales se relajan), se reduce el tamaño de la pupila y se limita la cantidad de luz que pasa al ojo (a la luz del día la pupila es mucho menor que a la luz del crepúsculo).

La forma del cristalino se modifica de tal manera que las imágenes de objetos próximos o lejanos pueden enfocarse claramente en la retina. El cristalino consiste en una masa "plástica" de fibras, rodeadas por una cápsula fina. Si se altera la tensión de los ligamentos, como se ha dicho antes, varía la forma del cristalino. Cuando el ojo está relajado, o mirando un objeto distante, la fuerza elástica de la esclerótica tira de los músculos ciliares y estira el cristalino, haciendo que éste se aplane y, por tanto, se haga más delgado. Cuando el ojo observa un objeto a poca distancia, los músculos ciliares se contraen; la tensión de la esclerótica se anula, y se relajan entonces los músculos ciliares, permitiendo así al cristalino hacerse más grueso (los defectos del ojo se han tratado en un artículo anterior).

La estructura de la retina es sumamente complicada. Las células visuales tienen sus extremos tocando la membrana de pigmentos. Sus bases están unidas a los *ganglios,* que a su vez se unen con las fibras nerviosas. Existen, también, muchas células con prolongaciones horizontales, que unen células receptoras distintas. Las fibras nerviosas pasan por encima de la superficie interior de la retina y se reúnen formando el *nervio óptico.* Por lo tanto, la luz que entra en el ojo tiene que pasar a través de los nervios de la retina antes de que pueda estimular los órganos receptores. Se dice, entonces, que la retina está *invertida.*

En la parte del ojo en que termina el nervio óptico no existen células visuales.



Esquema del ojo humano muy ampliado, y corte parcial que muestra su estructura.

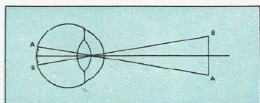
La luz que llega a esa región no se percibe, y por ello se denomina *punto ciego.* Las células sensibles, que se encuentran en los extremos de las fibras nerviosas, son de dos clases, según su forma, y se denominan *bastoncillos* y *conos.* La mayor parte de los conos están concentrados en una pequeña cavidad circular, a corta distancia del punto ciego. Esta cavidad, de 0,25 mm. de diámetro, es la parte más sensible de la retina, y se denomina *mancha amarilla* o *fovea centralis.* Un poco más arriba del punto en que el eje óptico (recta que une los centros de la córnea y el cristalino) corta a la retina, se encuentra la fovea. Ésta tiene color amarillo, porque las células de la retina en ese punto contienen un pigmento amarillo. Debido a que los conos son mucho más pequeños y están situados muy juntos, es la región en que la luz está enfocada principalmente y sólo se ve bien definida la parte de la imagen que cae sobre la fovea centralis. El resto de la retina contiene bastoncillos, sensibles a la luz débil, pero que no permiten la visión en color. Por esta razón no vemos colores con la luz de la luna. (Se publicará próximamente un artículo sobre la visión del color.) Es de interés decir que muchos animales nocturnos poseen pocos conos en su retina y algunos tienen una retina en la que solamente existen bastoncillos (por ejemplo, los murciélagos).

La sensibilidad a la luz depende del pigmento llamado *púrpura retiniana,* situado en los extremos de las células receptoras. Cuando la luz incide en la retina, la púrpura retiniana sufre un cambio químico. Se cree que la descomposición de la púrpura estimula los bastoncillos, pasando las señales desde ellos a las fibras del nervio óptico y de aquí al cerebro, mediante los ganglios. El cerebro interpreta estas señales como luz. En la oscuridad, el cambio químico se realiza a la inversa y se regenera la púrpura retiniana. Probablemente, un cambio químico análogo sea el que estimule los conos, aunque positivamente no se haya demostrado que exista una sustancia que sufra dicho cambio.

EL OJO COMO INSTRUMENTO ÓPTICO

Podemos considerar, ópticamente, al ojo como una cámara oscura cuyo objetivo es el cristalino. Con los índices de refracción del humor acuoso, cristalino y humor vítreo, se ha demostrado que el ojo normal se comporta como una lente cuyo foco principal se forma sobre la retina. La distancia focal de esta lente es de unos 15 milímetros. El ojo, así considerado, se llama *ojo reducido*.

La formación de imágenes tiene un lugar como se indica en la figura. De un objeto cualquiera se obtiene una imagen real e invertida.

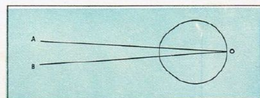


Supongamos un objeto situado a gran distancia. Su imagen se formará sobre la retina. Si el objeto se aproxima, la imagen sigue formándose en la retina. Como la retina no se desplaza, es preciso suponer que, al pasar de la visión alejada a la visión próxima, se modifican los medios refringentes del ojo.

Esta posibilidad del ojo normal de ver netamente objetos situados a distancias diferentes se llama *acomodación*, que es producida por una deformación del cristalino; para objetos alejados, los músculos ciliares están en reposo y no se efectúa ningún esfuerzo para verlos. A medida que se acercan, la curvatura del cristalino, por la acción de los músculos ciliares, aumenta. Por ello, al mirar objetos a poca distancia durante algún tiempo, como los músculos están al máximo de contracción, se nota fatiga.

La facultad de acomodación tiene un límite. Si el objeto se coloca a distancia menor de 20 ó 25 cm. del ojo normal, no es posible formar una imagen neta, por imposibilidad de aumentar la curvatura de las caras del cristalino. Esta distancia es la *distancia mínima de visión distinta*. La acomodación es posible, por tanto, para una posición del objeto situada entre dos puntos llamados *punto próximo* y *punto remoto*. En los niños, la facultad de deformación del cristalino es mayor que en las personas adultas, y el punto próximo es inferior a 25 cm. La facultad de acomodación disminuye con la edad, alejándose el punto próximo, que puede estar situado a 150 cm. en algunos casos. En el ojo normal el punto remoto se halla en el infinito.

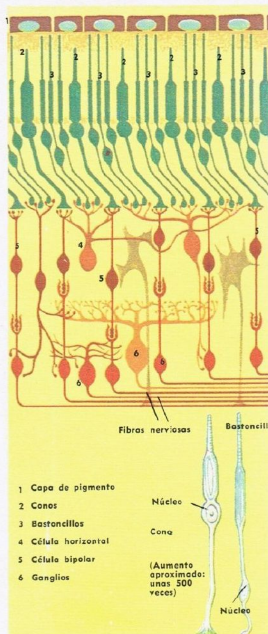
Si miramos con un ojo dos puntos muy alejados, A y B, se llama *poder separador* al menor ángulo, AOB, tal que los puntos A y B sean vistos con claridad y separados. En condiciones normales, este ángulo es de un minuto; las imágenes de A y B en la retina se forman a la distancia de 0,004 mm. Para ver los detalles de un objeto, es preciso situar el ojo de tal manera que el ángulo AOB sea máximo. Esto se consigue a la distancia mínima de visión distinta, o sea a unos 0,25 m. La distancia entre A y B es, en estas condiciones, de 0,1 mm. *Agudeza visual* es la inversa del ángulo más pequeño, medido en minutos, que el ojo puede distinguir. Si es de uno, dos, tres minutos, la agudeza será 1, 1/2, 1/3.



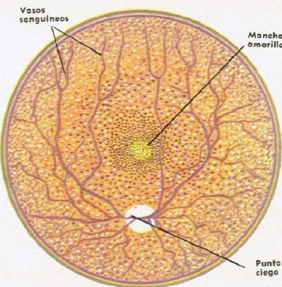
El tamaño aparente de los objetos depende del valor del *ángulo visual*, es decir, del ángulo formado por los rayos que unen el centro óptico del ojo con los extremos del objeto. Se comprende que, si se conoce la distancia, puede calcularse el tamaño de un modo aproximado. Sin embargo, como en este acto interviene un complicado mecanismo psicológico, nada tiene de extraño que el juicio formado sobre la distancia sea bastante erróneo.

Claro es que, conocido el tamaño, se tiene una primera indicación acerca de la distancia. En esta estimación interviene, además, el llamado *ángulo óptico*, que es el formado por los ejes ópticos de ambos ojos, mirando al objeto en cuestión. Para demostrar la necesidad de la visión doble (binocular) en la apreciación de la distancia, puede realizarse el siguiente experimento: ciérrese un ojo; hecho esto, colóquese verticalmente frente a él, a la distancia de 20-25 cm., un lápiz e inténtese tocar con la punta del dedo índice la del lápiz. Se verá que de primera intención no se logra. La noción de distancia se pierde con la visión sencilla.

El ojo no constituye un sistema óptico perfecto. Presenta todas las aberraciones de las lentes, principalmente las de esfericidad, refrangibilidad y astigmatismo. La de esfericidad es muy fuerte, dadas las pequeñas dimensiones del cristalino. La de refrangibilidad se acusa por la fuerte miopía del ojo normal para una iluminación con luz violeta, por ejemplo. El astigmatismo es muy frecuente y se debe a las diferentes curvaturas de la córnea, que no es perfectamente esférica. Para ponerlo de manifiesto basta mirar un haz de rectas; lo general es ver netamente las horizontales y no las verticales, o a la inversa. Si el defecto es muy pronunciado, hay que corregirlo con lentes cilíndricas, que producen astigmatismo en sentido inverso al del ojo.



Sección esquemática y ampliada de la retina humana, de un bastoncillo y de un cono.



Esquema de la distribución de bastoncillos (en blanco) y conos (en negro) en la retina.

RESUMEN GRÁFICO DE LAS REACCIONES QUÍMICAS

FENÓMENO QUÍMICO — **FENÓMENO FÍSICO**

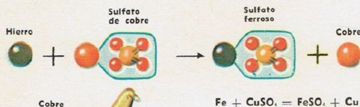




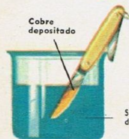
En toda reacción química se forma algún compuesto nuevo. Si un fenómeno determinado no lleva consigo la aparición de algún compuesto nuevo, entonces no se trata de un fenómeno químico, sino físico. Por ejemplo, la fusión del hielo para formar agua (el agua y el hielo son químicamente iguales) es un fenómeno físico. Cuando se calienta magnesio, éste arde con llama, formándose óxido de magnesio, que escapa parcialmente, formando, a su vez, parte de las nubes que se producen, y permaneciendo el resto en el crisol de reacción, bajo la forma de un polvo blanco.

REACCIONES DE SUSTITUCIÓN

Cuando en un equipo se sustituye un jugador, otro toma su lugar y el jugador original sale fuera. Lo mismo sucede en una reacción de sustitución. Un átomo (o grupo de átomos) toma el lugar de otro átomo (o grupo de átomos) de un compuesto.



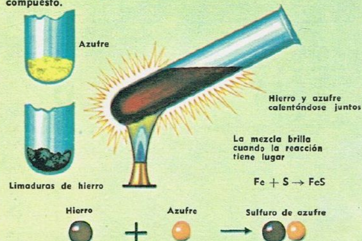
$$Fe + CuSO_4 = FeSO_4 + Cu$$



El hierro de la hoja de una navaja sumergida en una solución azul de sulfato de cobre, toma el lugar del cobre en el sulfato de cobre, y el cobre desplazado se deposita en la hoja de la navaja, formando una capa de color rosado.

REACCIONES DE COMBINACIÓN O ADICIÓN

Entre los diversos tipos que existen de reacciones químicas, las de adición son las más sencillas. Las sustancias que reaccionan (ya sean elementos o compuestos) se combinan para formar un único nuevo compuesto.



$$Fe + S \rightarrow FeS$$



Cuando se calientan hierro y azufre en polvo, en proporciones adecuadas, esto es, en cantidades tales que exista un átomo de azufre por cada átomo de hierro, se forma un nuevo compuesto: sulfuro de hierro. Una gran cantidad de calor se desprende en la reacción y se abrillanta el interior del tubo. El producto resultante no es afectado por el imán, lo que demuestra que no queda hierro libre.

Azufre ardiendo

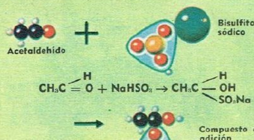
$$S + O_2 \rightarrow SO_2$$

El azufre arde en el aire con llama azul pálida para formar el gas bióxido de azufre. En esta reacción, cada átomo de azufre se combina con una molécula de oxígeno.





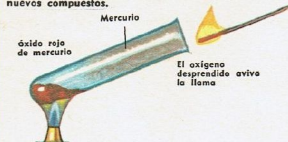
Estas reacciones no se limitan sólo a la química inorgánica. Muchos compuestos orgánicos sufren reacciones de adición. Cuando los aldehídos y algunas cetonas se vierten en una solución saturada de bisulfito sódico, se forman cristales de un compuesto de adición.

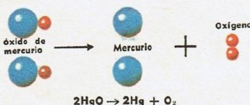


$$CH_3C(H){=}O + NaHSO_3 \rightarrow CH_3C(H)(OH)(SO_3Na)$$

DESCOMPOSICIÓN TÉRMICA

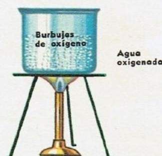
Por la acción del calor, una sustancia puede descomponerse para dar lugar a dos o más nuevos compuestos.

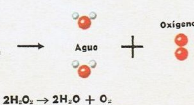




$$2HgO \rightarrow 2Hg + O_2$$

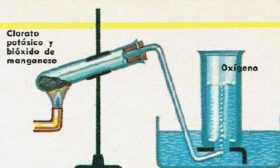
El óxido rojo de mercurio se descompone por el calor en sus elementos. Sobre las paredes frías del tubo de ensayo se condensan pequeñas gotitas de mercurio. El oxígeno gaseoso desprendido reaviva la llama de una cerilla de madera, inmediatamente después que la llama se ha apagado.

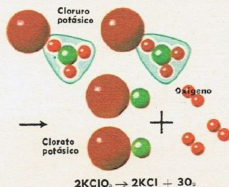




$$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$$

Cuando se calienta agua oxigenada suben a la superficie burbujas de gas. Estas burbujas son de oxígeno. El agua oxigenada (peróxido de hidrógeno) se ha disociado dando agua y oxígeno como resultado.





$$2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2$$

Al calentar clorato potásico se descompone en cloruro potásico y oxígeno. Al clorato potásico se añade una pequeña cantidad de bióxido de manganeso, que actúa como catalizador, logrando que la reacción sea más rápida.

DESHIDRATACIÓN

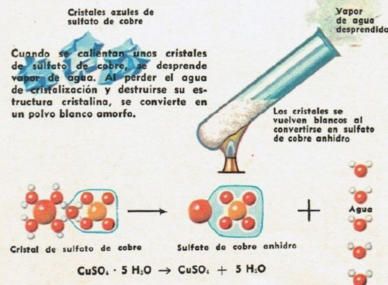
La deshidratación es una reacción química en la que una sustancia se descompone, dando agua como uno de los productos de la descomposición. La molécula puede romperse completamente, o perder su cohesión, por evaporación del agua intermolecular.





$$C_{12}H_{22}O_{11} \rightarrow 12\,C + 11\,H_2O$$

El ácido sulfúrico concentrado es muy ávido de agua. Puede obtener el agua que requiere deshidratando a otros compuestos. Separará, por ejemplo, el hidrógeno y el oxígeno del azúcar para formar agua, y dejará una masa esponjosa de carbono.



Cuando se calientan unos cristales de sulfato de cobre, se desprende vapor de agua. Al perder el agua de cristalización y destruirse su estructura cristalina, se convierte en un polvo blanco amorfo.

$$CuSO_4 \cdot 5\,H_2O \rightarrow CuSO_4 + 5\,H_2O$$

COMBUSTIÓN

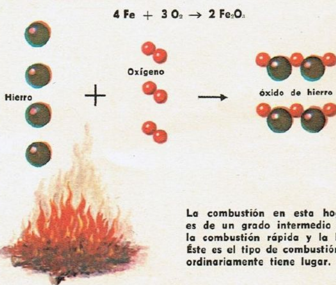
Decir combustión es otra forma de decir arder. Cualquier sustancia que pueda arder es combustible. Cuando una sustancia combustible se quema, se combina con el oxígeno del aire para formar el óxido correspondiente, desprendiéndose calor simultáneamente.



"Combustión rápida". En el cilindro de un coche, el vapor de gasolina y el aire reaccionan explosivamente, al iniciarse la combustión mediante una chispa eléctrica.

"Combustión lenta". El óxido del hierro es un ejemplo de este tipo de combustión. Como la reacción es lenta, el calor se va desprendiendo muy poco a poco, y el hierro no llega a calentarse.

$$4\,Fe + 3\,O_2 \rightarrow 2\,Fe_2O_3$$



La combustión en esta hoguera es de un grado intermedio entre la combustión rápida y la lenta. Éste es el tipo de combustión que ordinariamente tiene lugar.

OXIDACIÓN Y REDUCCIÓN

La oxidación es una reacción química en la que una sustancia toma oxígeno. En una combustión el oxígeno se toma del aire; pero, en otras reacciones de oxidación, se obtiene a expensas de otros compuestos químicos, conocidos como agentes oxidantes. El agente oxidante se "reduce", es decir, pierde oxígeno.

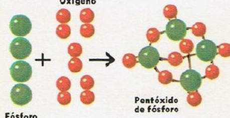
Éstas eran las definiciones originales de oxidación y reducción. Actualmente se han ampliado estas definiciones hasta incluir reacciones en las que ni siquiera interviene el oxígeno. Siempre que una sal ferrosa (valencia del ion ferroso + 2) pasa a sal férrica (estado de valencia superior a + 3), se oxida. Sin que necesariamente tenga que intervenir el oxígeno, el ion ferroso ha sido oxidado: ha perdido electrones. Por el contrario, si un ion positivo de una sal diera lugar a un ion de valencia más baja, se habría reducido. Un ion que se reduce, es, pues, aquel que gana electrones.



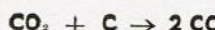


$$4P + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$$

El fósforo amarillo se oxida con el oxígeno del aire y pasa a pentóxido de fósforo.



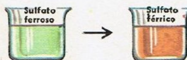




$$CO_2 + C \rightarrow 2CO$$

El carbón al rojo reduce el bióxido de carbono a monóxido de carbono. Al hacerlo así, el carbono libre gana oxígeno y se oxida, pasando a monóxido de carbono.

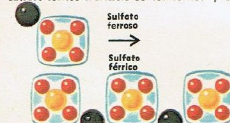






$$FeSO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3$$

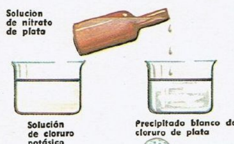
La solución verde de sulfato ferroso (valencia del ion ferroso, + 2) se oxida gradualmente cuando se le expone al aire, y pasa a sulfato férrico (valencia del ion férrico + 3).



DOBLE DESCOMPOSICIÓN

Los Srs. de González están bailando juntos y lo mismo sucede con los Srs. de Pérez. Al baile siguiente, el Sr. González baila con la Sra. de Pérez y el Sr. Pérez lo hace con la Sra. de González. Este cambio de pareja, refleja muy gráficamente el comportamiento de dos compuestos que sufren doble descomposición. Ésta es una reacción química en la que dos radicales metálicos intercambian sus radicales ácidos.

A menudo se utiliza la doble descomposición para preparar una sal insoluble a partir de disoluciones de dos sales solubles. Al combinarlas, los radicales metálicos cambian sus correspondientes radicales ácidos y se precipita la sal insoluble.





$$KCl + AgNO_3 \rightarrow AgCl + KNO_3$$

Cuando se mezclan soluciones de cloruro potásico y nitrato de plata, se forma un precipitado blanco de cloruro de plata, en el seno de una solución de nitrato potásico. El potasio y la plata han intercambiado sus radicales ácidos cloruro y nitrato.

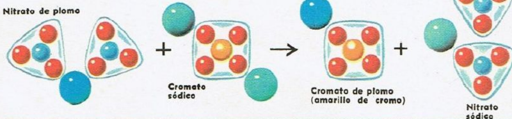






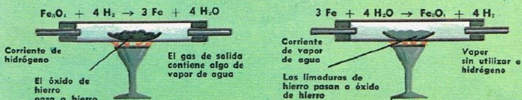
$$Pb(NO_3)_2 + Na_2CrO_4 \rightarrow$$
$$PbCrO_4 + 2\,NaNO_3$$

El pigmento "amarillo de cromo" puede obtenerse por doble descomposición. Cuando se mezclan soluciones de nitrato de plomo y cromato sódico, se precipita cromato de plomo (amarillo de cromo).

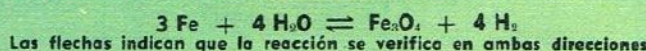


REACCIONES REVERSIBLES

Son aquellas reacciones cuyo sentido puede cambiarse variando los factores que intervienen en el equilibrio. Por ejemplo, si se pasa una corriente de hidrógeno sobre óxido ferroso-férrico, el óxido se reduce a hierro metálico, perdiendo su oxígeno, y parte del hidrógeno se oxida, pasando a vapor de agua (es decir, se une al óxido liberado). Pero si se hace circular una corriente de vapor de agua sobre limaduras de hierro, tiene lugar exactamente lo contrario: el hierro se oxida y pasa a óxido de hierro, y el vapor de agua se reduce a hidrógeno.



Si se calientan limaduras de hierro en un recipiente cerrado en presencia de vapor de agua, sólo se convierte en óxido una parte del hierro, ya que se alcanza un estado de "equilibrio", en el que la reacción procede con la misma velocidad en ambos sentidos.



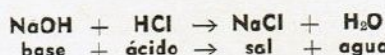
$$3\,Fe + 4\,H_2O \rightleftharpoons Fe_3O_4 + 4\,H_2$$

Las flechas indican que la reacción se verifica en ambas direcciones

Si el hidrógeno se elimina a medida que se va formando, todo el hierro se trasforma en óxido, intentando compensar la deficiencia de hidrógeno.

NEUTRALIZACIÓN

Es una reacción entre un ácido y una base para formar una sal y agua; es un tipo especial de reacción de doble descomposición. Los dos componentes intercambian su pareja. El hidrógeno del ácido se une con el grupo hidroxilo (—OH) de la base para dar agua, y la sal se forma con los radicales restantes.



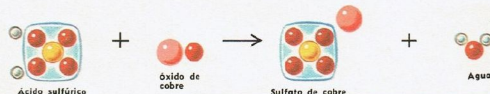


La sosa cáustica neutraliza al ácido clorhídrico. Si se mezclan ambos, en proporciones correctas, la disolución resultante es neutra (ni ácida ni básica). Esto se comprueba con el papel de tornasol. Si se evapora a sequedad el agua, queda un residuo de sal común.



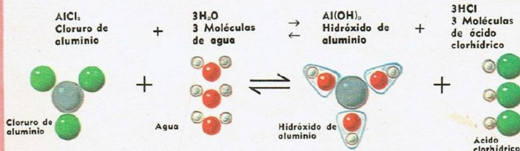


La base, óxido de cobre negro, neutraliza la disolución diluida de ácido sulfúrico y forma sulfato de cobre y agua.



HIDRÓLISIS

Hidrólisis es una reacción de doble descomposición entre una sal y agua. Esta reacción es la opuesta a la neutralización, en la que sal y agua son los productos finales. Por ejemplo, las sales inestables, como el cloruro de aluminio, se hidrolizan, para dar una solución ácida. El grupo hidroxilo del agua y el ion cloruro del cloruro de aluminio intercambian sus lugares para dar como resultado hidróxido de aluminio y ácido clorhídrico.

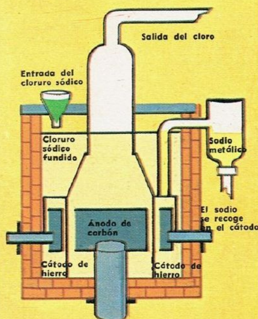


Como en toda hidrólisis, esta reacción nunca es completa. No todo el cloruro de aluminio se trasforma en hidróxido de aluminio, pues la reacción es reversible. Se alcanza un estado de equilibrio en el que existen juntos cloruro de aluminio, agua, hidróxido de aluminio y ácido clorhídrico. La velocidad de reacción es la misma en ambos sentidos. Es algo así como si tratásemos de llevar objetos al lado contrario de la habitación mientras otra persona, trabajando a la misma velocidad, los devolviera a su sitio. Las flechas de sentidos opuestos de la ecuación significan que la reacción puede verificarse en ambas direcciones.

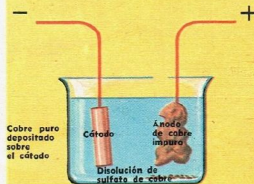
ELECTRÓLISIS

La disociación de un compuesto químico por una corriente eléctrica se conoce con el nombre de electrólisis. En general, los compuestos pueden clasificarse en dos grupos: electrólitos y no electrólitos. Un electrólito conducirá la corriente eléctrica y, al hacerlo así, será descompuesto por dicha corriente. Son electrólitos las sales, bien en disolución o bien fundidas.
Sustancias como el azúcar y la parafina (compuestos orgánicos) son incapaces de conducir la corriente eléctrica, y no pueden descomponerse por ella: son no electrólitos.

ELECTRÓLISIS DE CLORURO SÓDICO FUNDIDO

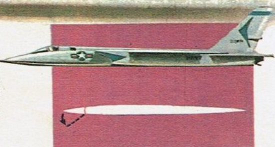


Del cloruro sódico seco (sal común) y fundido pueden separarse sus elementos sodio y cloro mediante el paso de una corriente eléctrica a su través. El sodio se recoge en el cátodo y las burbujas de cloro gaseoso en el ánodo. Esta reacción tiene lugar en la cuba de Downs, en la que se produce sodio y cloro a escala comercial mediante la electrólisis de cloruro sódico fundido.



La electrólisis se emplea para purificar cobre, que se deposita sobre el cátodo.





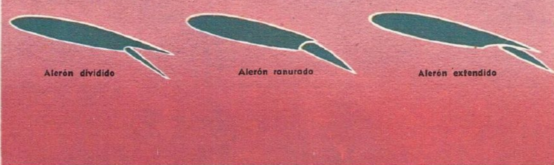
Un aparato a reacción, como el "North American Vigilante", vuela a velocidades muy superiores a las anteriores, obteniendo suficiente sustentación con alas horizontales. Para despegar está provisto de alerones variables sobre el extremo anterior de las alas.

PERFIL

Las alas sirven para conservar al avión en el aire, y están diseñadas de tal forma que la fuerza que actúa sobre sus caras inferiores (o sea, la fuerza de sustentación) debe bastar para vencer la atracción gravitatoria. El proyectista necesita crear un vacío parcial en la parte superior de las alas, y aumentar así la sustentación efectiva.
Este efecto se consigue haciendo que la cara superior del ala sea algo curvada, y que la cara inferior sea casi plana. Así, cuando el avión avanza, el extremo delantero del ala divide al aire; parte de él pasa por encima mientras que el resto lo hace por debajo. Para que los dos chorros de aire tengan la misma presión y se muevan con igual velocidad al alcanzar la parte posterior, el aire que pasa sobre la superficie curva, más larga, ha de moverse a mayor velocidad que el que

Si colocamos una cartulina de plano frente a un ventilador, notamos que presenta cierta tendencia a desplazarse, apartándose del ventilador. Si la colocamos de canto, apenas se mueve. En una posición intermedia (véase la figura), la cartulina tiende a elevarse. El efecto producido en la cartulina por la corriente de aire del ventilador es análogo al comportamiento de las alas o planos de vuelo de un avión, cuando avanza velozmente. La forma y tamaño de las alas, y también su inclinación respecto de la horizontal, deben ser cuidadosamente elegidos, pues estos factores afectan directamente a la sustentación necesaria para mantener el avión.
Antes de examinar las formas más complejas de los planos de vuelo de los aviones, relativamente lentos, de hace años y los más rápidos de hoy día, es necesario comprender el comportamiento de la cartulina en la corriente de aire del ventilador. Cuando está situada horizontalmente (de canto), el rozamiento con el aire es pequeño, y es muy poca la resistencia que presenta al avance el extremo anterior. El aire fluye suavemente sobre sus superficies.
Sin embargo, al inclinar la cartulina ligeramente, experimenta ésta una elevación como resultado del aumento de presión que actúa bajo su cara inferior. Además, la fuerza de rozamiento o "resistencia al avance", a lo largo de las superficies planas de la cartulina, aumenta como consecuencia directa de su inclinación. La sustentación y la resistencia inducidas están estrechamente relacionadas entre sí y permanecen constantes, con tal de que el "ángulo de incidencia" (ángulo de ataque) del aire sobre la cartulina, y la velocidad relativa del aire respecto de la cartulina, permanezcan uniformes. Cualquier cambio en el ángulo de ataque, como cuando el avión asciende o desciende, o en la velocidad del aire, provocará una variación en la sustentación y en la resistencia.
La presión experimentada por la cartulina cuando se coloca de plano frente a la corriente de aire es debida no sólo a la fuerza del aire sobre la cara de la cartulina —resistencia frontal—, sino también a la succión originada por la formación de remolinos al otro lado de ella.

Un ala funciona satisfactoriamente sólo entre límites de velocidad definidos. La sustentación adicional necesaria para el despegue y aterrizaje la proporcionan los alerones ajustables, situados en el borde posterior del ala del avión.

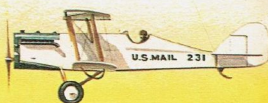




En el Bristol Box Kite el ángulo de ataque de las alas era 5 grados

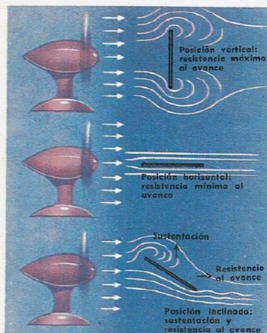


El ángulo de ataque de las alas en el Avro 504 K era de 4 grados



El Havilland D.H. 9A. lleva alas con un ángulo de ataque de 3 grados

AERODINÁMICO



pasa por debajo. Como consecuencia, se crea una región, de gran velocidad y baja presión, sobre la cara superior del ala. Esto es lo que proporciona al avión gran parte de la fuerza necesaria para su sustentación.

El movimiento del ala a través del aire es disminuido por la fuerza de resistencia del rozamiento con el aire. Existen tres factores independientes que contribuyen a la resistencia del avance total. El primero es la resistencia originada por la presión del aire que actúa sobre la parte anterior del ala. Después está el rozamiento en la capa límite, o delgada envoltura de aire relativamente en calma, que rodea el ala. Esta capa de aire se mueve a una velocidad mucho más lenta que el aire alejado de la superficie del ala, y la interacción entre estas capas de aire origina el rozamiento. Este efecto es relativamente pequeño, ya que la capa límite está sin perturbar.

Finalmente, está la succión producida en la parte posterior del ala, en la que el aire (perturbado) fluye como para llenar el hueco. La resistencia al avance aumenta con el cuadrado de la velocidad; a 600 Km/h. es cuatro veces mayor que a 300 Km/h. Por esta razón, la forma y el espesor de las alas para aviones de grandes velocidades difieren de los adoptados para velocidades pequeñas. La sustentación necesaria para los últimos puede lograrse empleando alas de sección grande y un ángulo de ataque de tres o cuatro grados.

Sin embargo, la resistencia a velocidades superiores es tal que las alas tienen que ser mucho más delgadas y el ángulo de ataque ha de reducirse, hasta el punto de que llega a ser nulo en los aviones más rápidos.

El ala básica proyectada para un avión sólo ampliará su función dentro de ciertos límites de la velocidad del aire. Si la velocidad del avión está por debajo del límite más pequeño, como cuando toca tierra, la sustentación a velocidad reducida es insuficiente para mantenerlo en el aire. Este riesgo puede vencerse intentando sustentaciones adicionales, variando el ángulo de las aletas situadas en el extremo posterior de las alas. Del mismo modo, si la velocidad del avión supera el límite permitido, acusará síntomas de inestabilidad. El aire que fluye sobre la superficie superior de las alas se vuelve turbulento, reduciéndose su velocidad hasta que el aire sopla de nuevo suavemente.

Régimen de flujo apenas perturbado alrededor de una placa horizontal

Régimen de flujo deformado por una placa inclinada

Región de gran velocidad y baja presión

Régimen de flujo poco deformado por un ala ligeramente inclinada

Régimen de flujo perturbado al aumentar el ángulo de ataque

Régimen de flujo restaurado, efectuando una abertura en el extremo anterior

Régimen perturbado alrededor del ala de un avión de gran velocidad, cuando va a aterrizar

Régimen de flujo restaurado mediante succión

Estos diagramas presentan modelos de los flujos que se crean alrededor de diversos tipos de perfiles de ala, al moverse en el seno del aire. Se ilustran las diferentes condiciones capaces de modificar el régimen de flujo, así como los medios de eliminar las perturbaciones producidas.



2 grados y medio era el ángulo de ataque de las alas del Hawker Hurricane I



En el Hawker Tempest 5, el ángulo de ataque era de 1 grado y medio

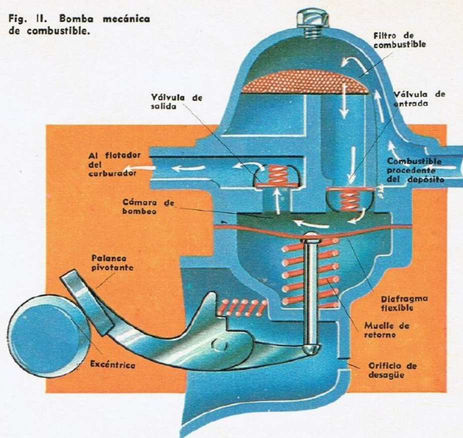


Fig. II. Bomba mecánica de combustible.

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

El depósito de combustible en un automóvil está casi siempre acoplado a la parte trasera. Esto reduce el peligro de fuego (ya que así se mantiene alejada del calor del motor la mayor parte del combustible) y contribuye a evitar que penetren en el coche vapores del mismo. El depósito, generalmente, está debajo del nivel del carburador, de tal forma que el combustible ha de ser *bombeado* al carburador para mantener una alimentación constante. La bomba está situada entre el depósito y el carburador, como se ve en el dibujo (figura I), y conectada a ellos mediante tubos de cobre o polietileno. La conexión con el carburador ha de ser flexible, para permitir la vibración del motor.

La bomba de combustible tiene que elevar el mismo desde el fondo del depósito hasta el flotador del carburador. Esta bomba puede ser de dos tipos: *mecánica* o *eléctrica*.

LA BOMBA MECÁNICA

La bomba de combustible mecánica está montada, generalmente, junto a la caja de bielas y se acciona por una excéntrica (rueda ovalada) del árbol de levas. Esta bomba está ilustrada en la figura II. Cuando la excéntrica gira, eleva una palanca pivotante y empuja hacia abajo a un diafragma flexible, forzando el muelle de dicho diafragma. Cuando el diafragma se comba hacia abajo, aumenta el volumen de la *cámara de bombeo*, disminuyendo la presión en su interior. Como consecuencia, la presión atmosférica, que es la que de hecho actúa sobre la superficie del líquido en el depósito, ya que el tapón del depósito tiene un agujero para que entre el aire, empuja al combustible hacia el interior de la cámara de bombeo, a través del filtro y de la *válvula de entrada*.

Por mucho que gire la excéntrica, la palanca pivotante no sube más. El mue-

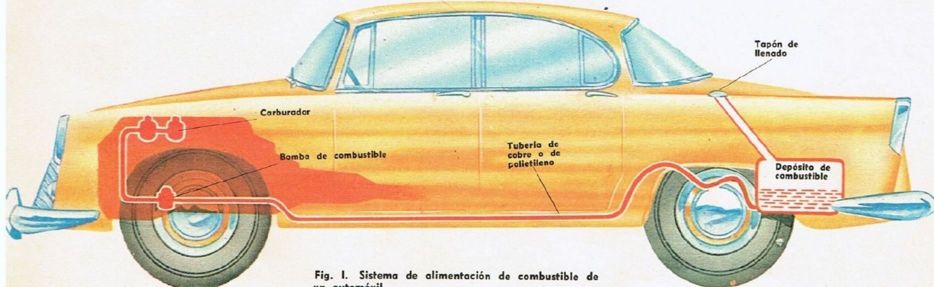


Fig. I. Sistema de alimentación de combustible de un automóvil.

lle de retorno empuja el diafragma hacia arriba, y la presión que ejerce sobre el combustible en la cámara de bombeo abre la *válvula de salida*. El combustible fluye a través de dicha válvula por una tubería, hacia el flotador del carburador.

La válvula de aguja, en el flotador del carburador, queda firmemente cerrada cuando el combustible en la cámara del flotador alcanza un cierto nivel, manteniéndose llenas al mismo tiempo la tubería y la cámara de bombeo.

La presión así producida mantiene el diafragma contra el muelle de retorno. La palanca pivotante funcionará arriba y abajo sin mover el diafragma hasta que la presión baje al abrirse la válvula de aguja, es decir, cuando el carburador necesite una mayor alimentación de combustible.

El orificio de desagüe, incorporado al cuerpo de la bomba, proporciona una forma de salida para el combustible que gotee a través del diafragma, y que pudiera entrar al motor.

electroimán. Las puntas de contacto unidas a un *mecanismo intermitente*, actúan como un interruptor, controlando la corriente que la batería suministra al electroimán.

Cuando las puntas de contacto están unidas, la corriente pasa por los arrollamientos del electroimán, suministrando la energía para que atraiga la armadura. El diafragma es empujado hacia adelante con la armadura, expandiendo la cámara de bombeo y creando un vacío parcial. El combustible es succionado hasta la cámara de bombeo a través del filtro y de la válvula de entrada. Un vástago, que se mueve con la armadura, hace funcionar el mecanismo de intermitencia, el cual separa las puntas de contacto cuando el diafragma está totalmente dilatado. De esta forma, se corta la corriente que alimentaba al electroimán, y la armadura deja de ser atraída. El muelle de retorno empuja a la armadura y al diafragma hacia atrás, forzando al combustible a pasar por la válvula de salida hacia el carburador. Por supuesto, esto sólo puede suceder si la válvula de aguja del flotador está abierta, es decir, cuando el carburador necesite más combustible. Al finalizar la acción de salida, el mecanismo de intermitencia actúa para cerrar los contactos, de forma que el proceso comience de nuevo.

La bomba eléctrica se monta horizontalmente (es decir, con el diafragma vertical) mientras que la bomba mecánica se monta en posición vertical (o sea, con el diafragma horizontal), de tal manera que el asiento de las válvulas sea óptimo y que cualquier escape de combustible pase a través del orificio de desagüe.

EL INDICADOR DE COMBUSTIBLE

El indicador de combustible (figura IV) da idea de la cantidad de líquido que contiene el depósito. Trabaja eléctricamente y consta de dos partes principales: una unidad que va en el depósito y un *contador graduado*.

La unidad del depósito consta de un *flotador* hueco, que sube y baja con el nivel del líquido, y que está fijo a un brazo articulado, de forma que al moverse hace deslizar a un cursor a la largo de un reóstato. A medida que el contacto se desliza por el reóstato, su resistencia varía. Por consiguiente, la corriente suministrada por la batería que pasa a través del carrete, se hace más y más grande a medida que el flotador sube.

El contador, que va incluido en el circuito, es en esencia un amperímetro que mide la corriente que pasa a través de la resistencia. En vez de estar calibrado en amperios, como un amperímetro ordinario, marca directamente la cantidad de combustible mediante las indicaciones de "lleno", "vacío", etc.

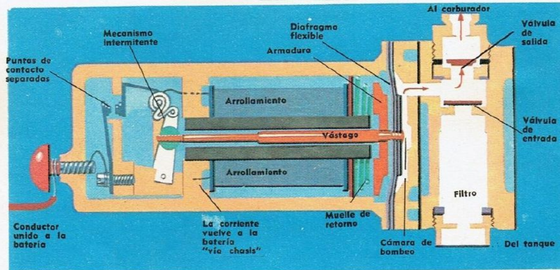


Fig. III. Bomba eléctrica de combustible.

LA BOMBA ELÉCTRICA

Las bombas que funcionan eléctricamente no van montadas sobre el motor, sino que, o bien van adosadas en la parte trasera, junto al depósito de gasolina, o bien están acopladas debajo del capot. Si la bomba de combustible estuviera demasiado próxima al motor, se correría el peligro de que el líquido se vaporizase, por el calor del motor, llenándose de vapores la propia bomba, o las tuberías, con lo que cesaría de funcionar.

La bomba eléctrica (figura III) tiene un diafragma flexible análogo al de la bomba mecánica y trabaja de forma similar a ésta. El diafragma, que lleva su muelle correspondiente, está en este caso ajustado con un disco de hierro dulce, llamado *armadura*, que puede ser accionado eléctricamente mediante un

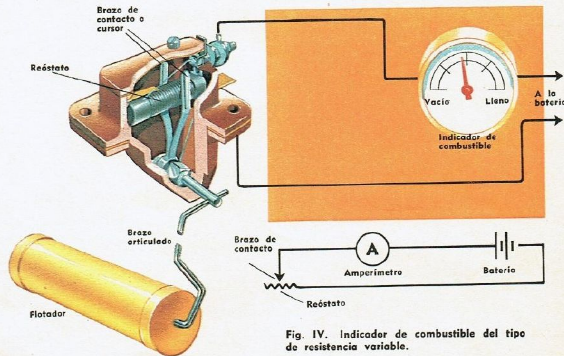


Fig. IV. Indicador de combustible del tipo de resistencia variable.

ULTRASONIDOS

Las ondas sonoras son perturbaciones que se trasladan en el aire con una velocidad aproximada de 340 m. por segundo. Al propagarse la perturbación, las moléculas se agitan a un lado y a otro, paralelamente a la dirección del movimiento. Este movimiento es muy pequeño, alcanzando únicamente unas 2 millonésimas de centímetro para un sonido muy fuerte.

El aire se mueve en ambas direcciones un cierto número de veces cada segundo, y el cerebro humano puede registrarlo como un ruido de una determinada frecuencia, o *tono*. El oído humano, sin embargo, no está hecho para detectar ondas que vibren menos de 20 veces por segundo (o sea, ondas que tengan una frecuencia de menos de 20 ciclos por segundo) o más de 20.000 veces por segundo. Las ondas cuya frecuencia es mayor que la de los sonidos audibles se denominan *ultrasonidos*.

Una membrana elástica tensa vibra, si se la golpea, y la perturbación creada por la vibración forma ondas sonoras en el aire de alrededor. La frecuencia de este sonido depende del espesor, longitud y tensión de la membrana elástica, y probablemente se encontrará dentro de la región audible. Sin embargo, éste no es un método adecuado para generar ondas ultrasonoras.

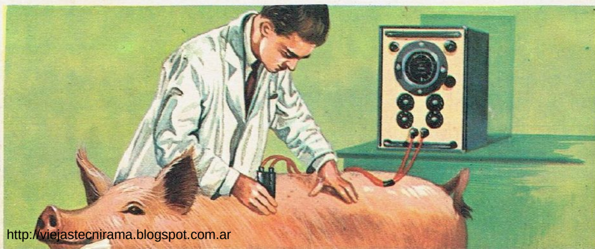
En vez de una membrana, se utiliza en este caso una pieza de cristal de cuarzo, o cristales especiales, como el titanato de bario. Estos cristales únicamente pueden vibrar con una frecuencia bien definida, que depende de la clase y forma del cristal y del medio empleado para hacerlo vibrar. Si se golpea el cristal, vibrará, pero las vibraciones producidas se extinguen en seguida. La propiedad esencial de estos cristales, llamados *piezoeléctricos*, es que se los hace vibrar suministrándoles un impulso eléctrico. Una corriente eléctrica puede hacerse variar fácilmente con un *oscilador*. El cristal se sitúa entre dos placas metálicas a las que se conecta la corriente eléctrica. Siempre que la frecuencia de la corriente alterna empleada sea una de las permitidas por el cristal, éste vibrará.

Los cristales piezoeléctricos vibran con frecuencias ultrasonoras en una región que se extiende desde 20.000 ciclos por segundo hasta varios millones de ciclos por segundo. Es posible obtener ondas ultrasonoras muy intensas y concentrar su energía en un haz muy estrecho. Una de las múltiples aplicaciones prácticas de las ondas ultrasonoras así generadas es el sondeo acústico. Un cristal que vibra (llamado *transductor*) envía un estrecho haz de ondas ultrasonoras desde la superficie del agua hasta las profundidades del océano. Este rayo es "reflejado" por el fondo del océano, o por cualquier obstáculo que encuentre en su camino; por ejemplo, un banco de peces o un submarino. El tiempo que el rayo tarda en volver (el rayo que vuelve es el *eco*) proporciona una medida de la profundidad a que se encuentran el pez o el fondo del océano.

Las ondas sonoras ordinarias se dispersarían en su recorrido a través del agua. Las dimensiones del transductor unido al casco del buque determinan la longitud del haz ultrasonoro y, por lo tanto, el alcance del sondeo; a mayor superficie del transductor, el haz es más estrecho y el alcance mayor.

La cadencia de los impulsos suele ser de 60 por minuto y cada impulso dura $\frac{1}{1000}$ de segundo. Teniendo en cuenta que la velocidad de propagación del sonido en el agua es de 1.500 m/s. los impulsos son trenes de ondas de 1,5 m. de longitud. Si el haz dirigido hacia el fondo tuviera una abertura cero, o muy pequeña, se recibirían con la misma intensidad los ecos de bancos de peces situados en el fondo que los de poca profundidad, pero la abertura inevitable del haz ultrasonoro hace que los ecos del fondo se reciban con menos intensidad, factor que hay que tener en cuenta para la interpretación de un *ecograma*.

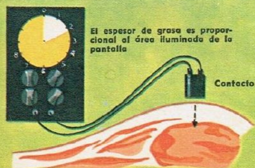
La riqueza de información de un ecograma depende de la longitud de los im-



Planta de ultrasonidos para la limpieza de cubiertos. Este equipo puede limpiar los cuchillos y tenedores, que admite su capacidad, en unos 20 segundos.

pulsos. Si éstos son de 1/1000 de seg. (en longitud 1,5 m.) y en el plano vertical hay 2 peces a la mitad de esta distancia (1,5 m.), los ecos de ambos peces se apreciarán como uno solo. Conviene, pues, que los impulsos sean lo más breves posibles, pero hay que compensar la consumición de energía ultrasonora enviada al fondo, empleando un emisor-receptor más potente.

La sonda ecoica puede trabajar en sentido inverso, de abajo arriba, y entonces permite realizar observaciones de oleaje y nivel máximo en alta mar. El procedimiento consiste en colocarlo en el fondo del mar, provisto de un registro de desarrollo rápido, de forma que emita el haz ultrasonoro hacia arriba. Al llegar los ultrasonidos a la superficie son reflejados y vuelven al fondo, donde se registran. De este modo, el registro capta la forma de las olas y las variaciones de nivel.



Las ondas ultrasonoras, al reflejarse en la superficie de separación entre grasa y magro, miden la cantidad de tocino.

Las ondas ultrasonoras se están empleando ahora con utilidad como ecosondadores en pequeña escala. Las ondas pueden hacerse pasar a través de sustancias sólidas, pero el camino por el que hacen su trayectoria depende de la naturaleza de la sustancia. Las roturas existentes en un sólido, o las superficies de separación entre dos sólidos, serán registradas en la *traza* (señal) ultrasonora. Las fundiciones de aluminio para aviones, por ejemplo, no deben tener defectos estructurales, ya que éstos tenderían a agrandarse cuando el fuselaje estuviera sometido a presión, por lo que se comprueba centímetro a centímetro mediante ultrasonidos. Los *ecos* perdidos, registrados en el comprobador, pueden significar una rotura en la estructura del metal.

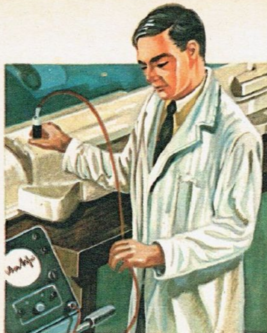
En algunos tipos de comprobadores de ultrasonidos, la vibración del cristal se "adosa" al sólido que se prueba mediante una fina capa de aceite. El cristal hace que vibre el aceite y éste, a su vez, hace que vibre el sólido. El sólido entero puede ser comprobado, si se encuentra totalmente sumergido en un baño líquido. Un haz de ondas ultrasonoras dirigido hacia el sólido es como un haz de rayos X. Puede atravesar más fácilmente algunas partes del sólido, reflejándose este hecho en un *gráfico* ultrasonoro de dicho sólido. A diferencia de los rayos X, las ondas ultrasonoras no tienen efecto perjudicial sobre la mayor parte de los tejidos vivos, y las "fotografías" ultrasonoras pueden sustituir a los rayos X en el diagnóstico de enfermedades. El paciente debe, sin embargo, sentarse en un baño mientras se le "sondea", de tal forma que su cuerpo esté sometido a las vibraciones del cristal.

Normalmente, la única forma en que podemos "sentir" las ondas sonoras es por el delicado mecanismo de detección del oído. Esto se debe a que la perturbación del aire es muy pequeña. Cuando las moléculas de aire se mueven por una perturbación de este tipo, la "presión" del medio aumenta y disminuye ligeramente (se producen expansiones y compresiones locales), y son precisamente estos pequeños cambios de presión lo que puede detectar el oído. Análogamente, si el oído se sumerge en agua, puede oír los cambios de presión originados por una onda sonora en el agua. Aunque las moléculas de aire o agua se mueven sólo alrededor de una millonésima de centímetro, se moverán mucho más que las moléculas de un sólido que vibra. La diferencia entre el movimiento de distintos tipos de moléculas bajo la misma presión es la base de la *limpieza ultrasonora*.

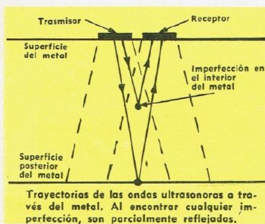
ALGUNAS APLICACIONES DE LOS ULTRASONIDOS

En las máquinas lavadoras, el agua necesita ser agitada. Esto crea *ondas de presión* en el líquido; y, si se agita el agua con suficiente violencia, las ondas pueden alcanzar todas las partes del lavado. Los cambios de presión ayudan a que la suciedad se separe del tejido, pero es necesario que estos cambios sean violentos para que sean efectivos, y ello puede perjudicar los tejidos delicados. La acción limpiadora es mejor y más suave si las ondas son ultrasonoras.

Una onda de presión en un líquido actúa sobre cualquier sólido como una su-



Las fundiciones de aluminio para aviones son sondeadas mediante un comprobador manual de ultrasonidos.



Trayectorias de las ondas ultrasonoras a través del metal. Al encontrar cualquier imperfección, son parcialmente reflejadas.

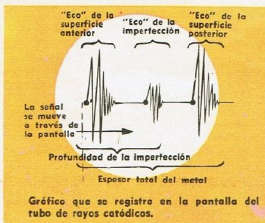


Gráfico que se registra en la pantalla del tubo de rayos catódicos.

cesión de *compresiones* y *expansiones*. En la expansión, las moléculas de líquido se separan del sólido; pero las moléculas de grasa o suciedad, por estar ligadas al tejido, no pueden seguirlas. Por ello se forma una pequeñísima burbuja de vacío sobre la superficie del sólido. Cualquier suciedad sobre su superficie es empujada hacia fuera para tratar de llenar el vacío producido, y la suciedad se elimina al "estallar" la burbuja.
Los ultrasonidos se emplean en la industria para limpiar objetos delicados, tales como piezas de reloj, o para acelerar la limpieza de objetos muy grandes, que puede hacerse en unos 20 segundos.

LOS ULTRASONIDOS EN MEDICINA

La medicina se interesa muy particularmente por la técnica de exploración del cuerpo humano con ultrasonidos.
Los especialistas saben desde hace tiempo que los rayos X no dan todos los resultados que se necesitan. En efecto, permiten examinar en buenas condiciones el esqueleto o los pulmones. Pero la mayor parte del resto de los órganos es trasparente a los rayos X. Es necesario que el paciente absorba, antes de toda observación, un producto líquido opaco que contrastará el estómago o el riñón del que se desea la radiografía. En cuanto a los músculos, por ejemplo, es prácticamente imposible verlos en una pantalla radioscópica. Además, se ha demostrado que los exámenes radioscópicos repetidos pueden originar daños: lesiones en los cromosomas, alteraciones congénitas en los niños, incluso en el seno de la madre, etc.
El examen con ultrasonidos, por el contrario, es biológicamente inofensivo, al menos cuando se emplean vibraciones de débil frecuencia (por debajo de 35.000 ciclos por segundo).
Como en la radioscopia clásica, el examen ultrasónico requiere un emisor y un receptor. El primero está constituido por un cristal de titanato de bario, que se somete a la acción de una corriente eléctrica. Los ultrasonidos producidos por el cristal son reflejados de forma diferente, según se trate de los huesos, de las fibras nerviosas, de los músculos, o, incluso, de cuerpos extraños tales como una bala o una aguja. El receptor está formado por un micrófono especial, adosado a un tubo electrónico que trasforma en puntos luminosos de distinta intensidad los *ecos* de las vibraciones ultrasonoras reflejadas por los órganos y los tejidos. Así se obtiene sobre una pantalla de televisión una imagen "ultrasónica", tan neta para los especialistas como una radiografía.
Otra de las posibilidades de los ultrasonidos es su empleo como agente terapéutico de algunas enfermedades rebeldes al tratamiento clásico. Se ignora todavía el mecanismo de acción de los ultrasonidos sobre los tejidos enfermos; pero los investigadores están de acuerdo en un punto: "Esta acción no produce desórdenes orgánicos".
Cualquiera que sea la razón, el resultado es que los ultrasonidos se emplean con éxito en el tratamiento de un cierto número de enfermedades, como reumatismos, lumbagos, ciáticas, neuralgias, arteriosclerosis, reducción de forúnculos, enfermedad de Dupuytren (en la que corrigen el acortamiento de los tendones de la mano, principal consecuencia de este mal).
También parece eficaz su empleo en los casos de infección localizada, y pueden ser empleados en el tratamiento de enfermedades nerviosas, con las debidas precauciones. Han aportado una buena contribución en el tratamiento de las parálisis y atrofias musculares, y la recuperación en casos de poliomielitis.

OTRAS APLICACIONES

Los ultrasonidos también tienen aplicación en operaciones teledirigidas, y pueden usarse, por ejemplo, para abrir la puerta del garaje desde el propio coche. El emisor, en este caso, es un silbato provisto de una pera de caucho, o un pequeño dispositivo de ultrasonidos, colocado en la parte interior del coche y accionado por un interruptor a presión. Las ondas sonoras producidas por el silbato son captadas por el micrófono exterior, el cual hace que se ponga en marcha el dispositivo del motor eléctrico que abre la puerta del garaje.
Este procedimiento de ultrasonidos tiene la ventaja, sobre otros sistemas (célula fotoeléctrica, por ejemplo), de que la apertura de la puerta se provoca antes de que el vehículo vaya a entrar en el garaje. Accionando el silbato con suficiente tiempo, la puerta está abierta cuando el coche llega a ella. El sistema trabaja, incluso, si el silbato no está exactamente frente al micrófono, porque el sistema es omnidireccional.
En el futuro, la vida de un novillo será probablemente dirigida por ultrasonidos. Unidades *sonar* ambulantes comprobarán su gordura. En el matadero, su cuerpo se limpiará de ondas de sonido y se cortará con cuchillos ultrasonoros.
El queso reacciona sorprendentemente a las ondas ultrasonoras. Por alguna razón que los científicos no entienden, una "rueda" de queso expuesta a los ultrasonidos madura en la mitad de tiempo, sin que se altere su sabor. La reducción del tiempo de almacenaje tendrá por consecuencia su abaratamiento.
Las futuras aplicaciones de los ultrasonidos son inmensas. Por ejemplo, muchos insectos son altamente sensibles a los sonidos emitidos por encima de la audición humana, lo que puede significar su destrucción. Con emisores ultrasonoros, adecuadamente situados por encima del césped, se puede crear una red invisible contra los mosquitos. Es muy curioso el hecho de que se atraen o se espantan los insectos con un simple cambio en la frecuencia de los ultrasonidos.
Eficaces y precisos, los ultrasonidos deben ser manejados con precaución. Según se desee radiografiar sin peligro el organismo de un enfermo o, por el contrario, seccionar un tumor, la potencia y la intensidad del haz ultrasonoro varían en la proporción de 1 a 1 millón. Por esto, los especialistas usan con extremada prudencia los generadores de ultrasonidos de gran potencia.

VISCOSIDAD



Calentando el alquitrán, puede hacérsele lo suficientemente fluido para que se extienda sobre la superficie de la carretera.

Hay algo que distingue al agua de la miel, el jarabe, el aceite y la glicerina. El agua se vierte con facilidad y no es espesa ni pegajosa, como los otros líquidos. Los líquidos espesos, que se vierten lentamente, son mucho más "viscosos". Una solución de jarabe de azúcar en agua es más viscosa que el agua pura. Veamos en qué consiste la viscosidad de un líquido.

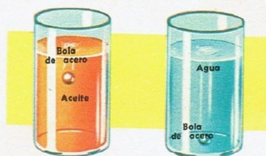
La viscosidad se debe al *rozamiento interno* del líquido. Siempre que un líquido fluye a lo largo de un tubo, la capa de líquido en contacto con el vidrio permanece más o menos estacionaria y las capas siguientes fluyen sobre ella, de tal forma que en cualquier parte del tubo una capa se desliza más o menos sobre otra. Al intentar deslizar un trozo de madera sobre una mesa pulida, ésta se resiste a dicho movimiento. Si la mesa está sin pulimentar, las fuerzas producidas son mucho mayores. Las fuerzas que se oponen al deslizamiento se llaman *fuerzas de fricción* y son mucho más débiles en los líquidos que en los sólidos. Sin embargo, siempre están presentes y siempre son necesarias otras fuerzas para vencerlas.

Los gases son mucho menos viscosos que los líquidos, pero aun así también existen fuerzas de rozamiento que actúan dentro de ellos. Al igual que los líquidos, algunos gases son más viscosos que otros; así, el oxígeno es una o dos veces más viscoso que el hidrógeno.

En un día frío, el aceite de oliva se pone más "espeso", se vierte más lentamente y tiene una viscosidad grande. Cuando se le calienta se hace más fluido, y su viscosidad disminuye. La viscosidad de todos los líquidos disminuye con la temperatura. Si un líquido está demasiado frío para que pueda ser vertido, basta calentarlo para resolver el problema. A los gases, sin embargo, les sucede lo contrario: al aumentar la temperatura se hacen más viscosos.

Una bola de acero pulida cae lentamente a través de un frasco de aceite. En el aire recorrería la misma distancia mucho más rápidamente. El aceite es mucho más viscoso que el aire, y las fuerzas de rozamiento entre la bola y el aceite son mucho mayores, lo que origina una caída mucho más lenta. Al principio la bola adquiere velocidad, acelerándose a través del aceite hasta que las fuerzas de rozamiento equilibren su peso. En este punto se alcanza la velocidad máxima, denominada *velocidad final*, y la bola continúa su caída con esta velocidad final estacionaria. Naturalmente, con líquidos más viscosos, la caída de la bola a través de ellos sería mucho más lenta.





(Izquierda) La miel es mucho más viscosa que el agua. (Derecha) La bola de acero cae más lentamente en el aceite que en el agua.

A causa de que el aire tiene una viscosidad bastante menor, al anularse la aceleración el objeto que cae lo hace con una velocidad mayor, es decir, la velocidad final en el aire es superior que en el aceite.

Esto no está en desacuerdo con que la aceleración debida a la gravedad sea 9,8 m/s^2. Los objetos que caen en el vacío sufren una aceleración de 9,8 m/s^2; pero cuando caen en el aire, éste opone una cierta resistencia a la caída de los mismos. Los objetos pesados tendrían que caer desde distancias muy grandes antes de que alcanzaran su velocidad final. En la mayoría de los casos, caerán al suelo mucho antes de que hayan adquirido una velocidad uniforme, y su aceleración, al término de su caída, será prácticamente igual que al principio.

Ésta es la causa de que el perfil aerodinámico cobre tanta importancia para los vehículos veloces. Una gota de agua de lluvia acelera en principio y cae después con velocidad final uniforme. No todas las gotas de lluvia caen con la misma rapidez, ya que la velocidad final depende de su peso. Las fuerzas de rozamiento equilibrarán el peso de las gotas pequeñas más rápidamente que el de las grandes, y, como consecuencia de ello, las gotas grandes caerán más rápidamente que las pequeñas. Estas pueden tener una velocidad de caída de sólo 1 cm/seg.; las más grandes alcanzan velocidades mucho mayores.

Aunque el tratamiento matemático es muy complicado, los tamaños de partículas muy pequeñas pueden ser hallados dejándolas caer a través de un líquido de viscosidad conocida. Cuando se necesitan partículas de un tamaño determinado, este método proporciona un medio para separarlas.



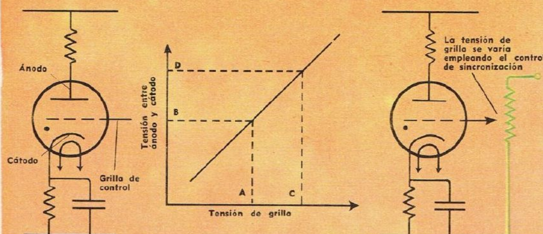
Las gotas grandes caen más rápidamente que las pequeñas, las cuales alcanzan antes una pequeña velocidad uniforme, cuando su poco peso se equilibra por el rozamiento con el aire.

Las fuerzas viscosas son muy grandes a velocidades elevadas, pero muy pequeñas a bajas velocidades.



Perfil de un coche rápido

El perfil es de gran importancia para vehículos muy rápidos.



CÓMO HACER PARA QUE EL IMPULSO QUE SE DESEA EXAMINAR DISPARE EL TIRATRÓN Y MOTIVE, ACTUANDO SOBRE LA BASE DE TIEMPO, EL COMIENZO DEL BARRIDO DEL PUNTO LUMINOSO SOBRE LA PANTALLA

Se ha mencionado en el artículo sobre la base de tiempo que un tiratrón no conduce si la tensión entre ánodo y cátodo no alcanza un valor suficiente a partir del cual el gas de tiratrón se ioniza. Este valor varía si lo hace la tensión de grilla, como puede verse en el gráfico. Si la tensión de grilla viene dada por A, siguiendo las líneas de trazos, el gráfico nos dice que el tiratrón conducirá cuando la tensión entre sus extremos venga dada por B. Si la tensión de grilla se hace mayor, correspondiendo a C, se puede aplicar entre las placas una tensión mayor D, antes de que el tiratrón conduzca.

Esta propiedad del tiratrón puede utilizarse para hacer que en el momento en que conduce (y regula la frecuencia de repetición) coincida con el instante en que el impulso se presenta más positivo, simplemente llevando una pequeña cantidad del impulso directamente a la grilla. En estas condiciones el tiratrón se hace conductor justamente cuando el impulso alcanza su máximo valor positivo, de modo que el retroceso se producirá siempre al mismo tiempo que el máximo del impulso. Es todavía necesario variar la frecuencia de la base de tiempo, puesto que si la frecuencia de repetición de la base de tiempo es muy diferente de la del impulso, el efecto de la grilla no será lo suficientemente grande como para hacer que "sincronice" la frecuencia de repetición y la del impulso.

CÓMO EXAMINAR DISTINTAS PARTES DE UNA SERIE DE IMPULSOS

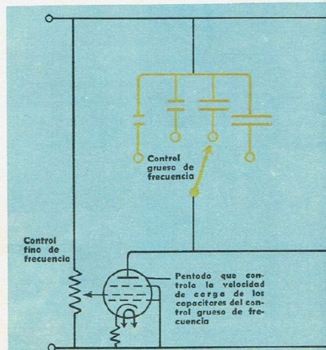
Al examinar una onda sinusoidal sobre la pantalla del osciloscopio no importa mucho qué partes del impulso son las que se observan, con tal de que se pueda ver sobre la pantalla un impulso completo. Este impulso puede presentarse como se indica en los casos A o B, sin

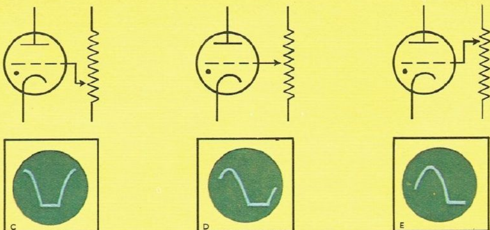


Ya se ha explicado cómo, mediante la *base de tiempo*, se puede lograr que la señal sobre la pantalla del tubo de rayos catódicos dibuje la figura de un impulso que llega a las placas Y. Para ello, la base de tiempo hace que la señal luminosa recorra transversalmente la pantalla, a la vez que el impulso la traslada arriba y abajo. Como los dos movimientos son simultáneos, la señal luminosa describe una figura. Para que sea posible ver un ciclo completo de la onda sobre la pantalla, la señal luminosa debe *volver* a su posición de partida cada vez que se completa un ciclo. Esto significa que la frecuencia del impulso de la base de tiempo debe ser *exactamente* la misma que la frecuencia del impulso en las placas Y. Así pues, si el osciloscopio se va a utilizar para estudiar distintos impulsos, de más de una frecuencia (como sucede en la mayoría de los casos), debe ser posible ajustar convenientemente la rapidez a la que el capacitor de la base de tiempo se descarga y empieza a cargarse de nuevo (llamada *relación de repetición*).

Una forma de alterar esta velocidad es variando el valor de la corriente que llega al

SINCRONIZACIÓN DEL OSCILOSCOPIO







Forma de la onda resultante de una rectificación disemionda

que por ello el observador pierda ningún detalle de interés.
Sin embargo, en el caso de una curva más complicada, como la que da un rectificador de media onda, puede ser importante seleccionar distintas partes de la onda. Por ejemplo, aparecerá un diagrama como el **C** si se emplea una sincronización como la que se ha descrito anteriormente, pero es posible también seleccionar diferentes partes de la onda, como las que se muestran en **D** y **E**.
Se puede conseguir que la imagen se traslade a través de la pantalla haciendo que la base de tiempo origine el retorno de una parte distinta del impulso. Esto se realiza añadiendo una resistencia con un contacto deslizante conectado a la grilla del tiratrón, como se ve en el diagrama del circuito. Si se sube el contacto de la resistencia, el efecto del impulso sobre la grilla es mayor, no siendo ya necesario que llegue a su máximo para hacer que el tiratrón conduzca. Moviendo el contacto de la resistencia arriba y abajo, puede variarse la parte del impulso que hace conductor al tiratrón, de modo que cualquier parte del impulso se puede poner sobre la pantalla.

capacitor. Si aumenta la corriente, el capacitor se cargará más rápidamente, hasta que se alcance la tensión a la que el tiratrón lo descarga. De este modo, se aumenta la relación o frecuencia de repetición. La corriente que llega al capacitor puede aumentarse haciendo que pase más corriente por el pentodo (no confundir con el tiratrón). Esto se puede lograr haciendo menos negativa la tensión de su grilla desplazando, para ello, hacia arriba el contacto sobre la resistencia conectada a la grilla. El término "hacia arriba" se refiere en este caso al diagrama del circuito, pero en la práctica es necesario girar un mando como el del control de volumen de un aparato de radio. Análogamente, para reducir la frecuencia de repetición, la grilla debe hacerse más negativa desplazando el contacto de la resistencia hacia abajo. Sin embargo, existe un límite para la cantidad de corriente que puede pasar por la válvula sin perjudicarla; por consiguiente no es posible alterar la frecuencia en un amplio intervalo por simple variación de la tensión de grilla.
Afortunadamente, otro de los factores que controlan la velocidad de carga del capacitor (y también la frecuencia de repetición) es el valor del mismo capacitor; esto significa que la frecuencia de repetición puede variarse también cambiando de capacitor. Para ello suele disponerse en el circuito cierto número de capacitores convenientemente ordenados de menor a mayor. Se puede introducir en el circuito simplemente moviendo un contacto cualquiera de los capacitores. Utilizando este método, la frecuencia de repetición no puede variarse continuamente sino sólo en cantidades fijas. Por esta razón, se emplean ambos métodos a la vez en los osciloscopios, lo que permite que la frecuencia de repetición pueda ser variada gradualmente dentro de un amplio margen.
El disponer de un gráfico del impulso, en vez de una línea vertical, no es la única ventaja que se deriva del empleo de la base de tiempo; si la frecuencia de repetición se hace más pequeña, es posible conseguir que incluso una parte de la onda se extienda a través de la pantalla. Esto permite examinar con más detalle cualquier parte de la onda.

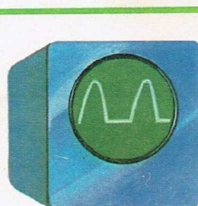


Diagrama F

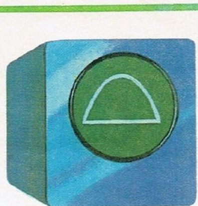


Diagrama G

Muchas veces se necesita ver más de un impulso con el osciloscopio. Si la frecuencia de repetición de la base de tiempo se reduce a la mitad del valor necesario para mostrar un impulso, en el intervalo entre dos retrocesos consecutivos habrán llegado a las placas Y dos impulsos, que, por consiguiente, aparecerán también sobre la pantalla (diagrama F).
Por el contrario, si hacemos doble la frecuencia de repetición sólo llegará medio impulso a las placas antes que el haz luminoso retorne. En este caso, durante la primera mitad de la onda, la señal luminosa traza una "joroba" sobre la pantalla, mientras que durante la segunda mitad, en que no hay impulso en las placas Y, la señal luminosa se mueve horizontalmente a través de la pantalla. Durante la media onda siguiente aparecerá otra vez una "joroba" seguida por otra recta y así sucesivamente.
En la práctica, la línea y la "joroba" aparecen tan frecuentemente que nuestros ojos sólo distinguen una figura con forma de D tumbada (diagrama G).
Variando la base de tiempo se puede lograr que aparezca ante la pantalla un número cualquiera de impulsos. Sin embargo, un impulso no puede decidirse en una cuantía ilimitada, ya que esto requeriría que la frecuencia de repetición se hiciera rapidísima. De hecho, con la base de tiempo considerada, el tiratrón limita dicha frecuencia a menos de 20.000 impulsos por segundo.

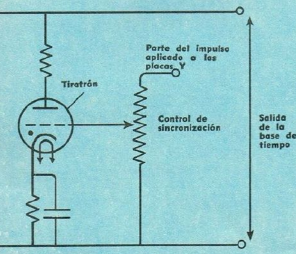


Diagrama del circuito completo para una "base de tiempo sincronizada por tiratrón", capaz de producir frecuencias de repetición variables dentro de un amplio intervalo.

HENRI FABRE, el amigo de los insectos

Se está desarrollando una batalla. *Pompilus,* la pequeña avispa excavadora hembra, lucha con una gran araña en su guarida. La avispa intenta empujar a la araña hacia fuera, no puede y se marcha. Nueva vuelta y nuevos intentos, pero sin éxito. El proceso se repite una y otra vez. Al fin, la avispa logra echar a la araña de su guarida. La araña se contrae en apretada pelota, pero la avispa le pica con su aguijón, paralizándola. Entonces, sorprendentemente, la avispa la devuelve a su guarida y deposita un huevo en su cuerpo. La araña proporcionará, de esta forma, alimento a la larva cuando ésta aparezca. La avispa se marcha sin saber que cada movimiento ha sido observado y anotado por un anciano, tocado con un viejo sombrero de fieltro; un francés llamado Henri Fabre.

Jean Henri Casimir Fabre, el naturalista, había nacido en St. Leons, Francia, el año 1823.

Después de asistir al colegio en Avignon ocupó un puesto de enseñanza en la escuela de Carpentras. Luego de una brevísima temporada en la isla de Córcega volvió a Avignon. Allí fue el iniciador de la enseñanza de la ciencia a jóvenes niñas, actividad que era desaprobada por las autoridades. En 1870 Fabre se retiró a Serignan, en el valle del Ródano, donde dedicó los últimos años de su vida al estudio de la Historia Natural. Murió en 1915.

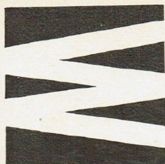
Fabre fue, a lo largo de su extensa vida, un entusiasta estudioso del mundo de los insectos. Los que más detalladamente estudió fueron las hormigas, las arañas y las abejas. Publicó los resultados de sus trabajos en sus "Souvenirs Entomológiques" ("Recuerdos Entomológicos". La entomología es la ciencia que estudia los insectos).

Fue capaz de demostrar que muchas de las actividades de los insectos, aunque pareciesen como dirigidas por la razón, eran actos realizados instintivamente.

Aunque vivió gran parte de su vida relativamente pobre, Fabre fue muy homenajeado en su época. Fue recompensado con la "Legión de Honor", una de las distinciones más importantes del gobierno francés.

Fabre estudió el comportamiento de las hormigas en su ambiente natural, empleando una lupa para agrandar su diminuto mundo al tamaño del nuestro.



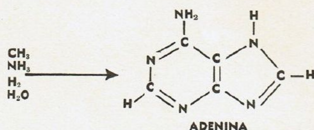


NUEVAS
REALIDADES,
NUEVOS
TÉRMINOS

SOBRE LOS ORÍGENES DE LA VIDA

La adenina es una sustancia química de gran importancia biológica, ya que forma parte de los ácidos nucleicos, sustancias relacionadas muy directamente con el origen y trasmisión de los principios vitales. En la universidad californiana de Berkeley, un grupo de investigadores ha conseguido sintetizar adenina a partir de materiales de partida muy sencillos, bajo condiciones experimentales semejantes a las que se cree que reinaban sobre la Tierra hace cuatro mil millones de años.

Esta síntesis sugiere uno de los posibles caminos en los que pudo originarse la adenina, componente clave del



material genético, y tal vez contribuya a esclarecer el problema del origen de la vida sobre la Tierra.

La síntesis fue llevada a cabo bombardeando una mezcla de gases (metano, amoníaco, hidrógeno y vapor de agua) con electrones procedentes de un acelerador lineal de 4.5 millones de voltios.

Muchos elementos radiactivos naturales liberan electrones con energías comparables, y parece ser que la atmósfera de aquel entonces contenía una proporción aproximada de los gases que en la síntesis fueron irradiados.

Estos experimentos han sido conducidos por M. Calvin y colaboradores. M. Calvin, merecedor del Premio Nóbel de 1961 por sus trabajos en el campo de la fotosíntesis, inició, en 1951, una investigación experimental sobre el origen de la vida en la Tierra, irradiando mezclas de gases, que constituían nuestra primitiva atmósfera, con partículas alfas procedentes de un ciclotrón, obteniendo como resultado compuestos orgánicos simples, tales como: ácido fórmico, ácido málico y ácido láctico.

En la Universidad de Chicago, dos años más tarde, se sintetizaron aminoácidos con un dispositivo experimental en todo semejante a una tormenta sobre la atmósfera primitiva: se hacía pasar una descarga eléctrica a través de una mezcla de gases similar a la que existía en aquellos tiempos.

A partir de 1953, otras muchas moléculas biológicas han sido obtenidas con procedimientos parecidos: ácidos grasos, hidroxiácidos y aminas. Aunque el rendimiento de moléculas biológicas es, en todos los casos, muy pequeño, el Dr. Calvin y colaboradores resaltan el hecho de que la adenina es muy resistente a la radiación, y puede haberse acumulado sobre la superficie terrestre en cantidades suficientes para entrar como componente en la síntesis de moléculas más complejas.

SUEÑO E INSOMNIO

Mucho se ha escrito acerca del sueño, ese estado especial en el que nos sumimos todos los humanos diariamente, y que nos proporciona el descanso necesario para reemprender nuestro trabajo cotidiano. Durante el sueño, el corazón aminora su marcha, hasta unos 60-75 latidos por minuto. El ritmo respiratorio también decrece, la presión sanguínea baja, el sudor aumenta, el hígado almacena glucógeno (almidón animal), reserva de energía para el día siguiente, los riñones continúan trabajando . . .

Una comida pesada produce cierta somnolencia, como ya observó Aristóteles, quien atribuyó el sueño a vapores procedentes del estómago. Una bebida alcohólica antes de comer actúa como relajante general, ya que el alcohol hace que las células nerviosas del cerebro sean menos activas, favoreciéndose con ello un relajamiento general de los músculos del cuerpo. Una comida muy pesada a horas avanzadas de la noche, rematada con abundante bebida, produce un sueño soporífero que, con frecuencia, es interrumpido por molestias estomacales. La cafeína, ingerida a través del café, té o tabletas de aspirina, presenta definidamente un efecto que hace retrasar el sueño.

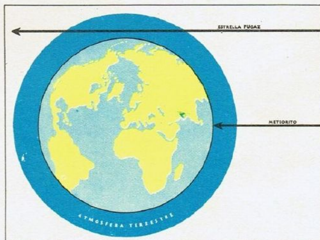
Existen muchas drogas para producir sueño, las cuales afectan de modo muy diferente a distintas personas. Muchos médicos opinan que el insomnio no es un desorden fisiológico, y que su único efecto pernicioso es el estado anormal de ansiedad que crea.

Los somníferos que más se han usado (y de los que más se ha abusado) son los barbitúricos. Estas sustancias proporcionan un sueño rápido y profundo durante unas cuantas horas al individuo que las ingiere, pero aunque sus efectos varían grandemente con el tipo de barbitúrico y con la persona en particular, a la mañana siguiente es probable que se despierte con pesadez de párpados, con la lengua sucia y con otros síntomas que se conocen, en general, con el nombre de "resaca" barbitúrica.

Para los insomnes reacios a las píldoras, se ha creado una portentosa industria dirigida a inducir y conservar el sueño con medios mecanoelectrónicos.



CORREO DE
LECTORES



ESTRELLAS FUGACES Y METEORITOS

A. de la S. — Me gustaría conocer algo más acerca de las estrellas fugaces, de su procedencia, de sus diferencias con los meteoritos y saber si estos fenómenos presentan alguna periodicidad.

En el sistema solar existen, aparte de los planetas, satélites y cometas, pequeños corpúsculos conocidos con el nombre de polvo cósmico, que circulan alrededor del Sol, en órbitas semejantes a las descritas por planetas y cometas. La masa de estos corpúsculos es, en general, de unos pocos gramos, aunque algunos llegan a pesar varios kilogramos y en casos excepcionales pueden alcanzar masas de cientos o miles de Kg. Si alguno de estos cuerpos llega a los dominios de la atmósfera terrestre, se pone incandescente a consecuencia de su frotamiento con el aire, y aparece en el cielo como una brillante **estrella fugaz.** Cuando la partícula cósmica tiene el tamaño y la dirección adecuados, puede suceder que al llegar a las capas más bajas de la atmósfera, las porciones gaseosas contenidas en su interior sufran una súbita expansión, debido al calor desarrollado por frotamiento, produciéndose como consecuencia una explosión, en la que se separan trozos incandescentes que llegan a la superficie de la Tierra: los **meteoritos.**

En ciertas épocas se presenta con mayor frecuencia el fenómeno de las estrellas fugaces. Para ser exactos, estas épocas se suceden entre el 9 y el 14 de agosto, y entre los días 13 y 15 de noviembre. Ello es debido a que en tales épocas la Tierra atraviesa las órbitas de dos cometas, los cuales, como es sabido, son acumulaciones de polvo cósmico que con el tiempo se disgregan en fragmentos, que quedan esparcidos a lo largo de su órbita alrededor del Sol. El enjambre de estrellas fugaces de agosto, que a veces recibe el nombre de lágrimas de San Lorenzo, es debido, pues, a que en ese día (10 de agosto) la órbita de la Tierra coincide con la de un cometa disgregado en partículas, que al entrar en la atmósfera se vuelven incandescentes.

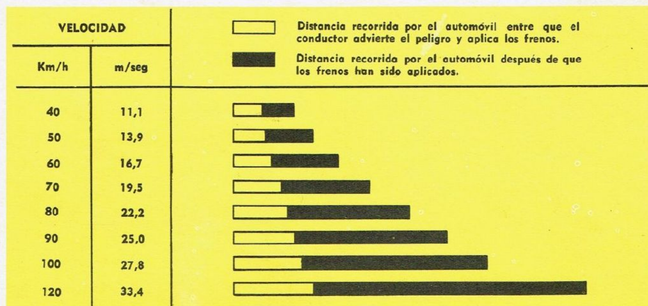


CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

CONSULTAS AGRUPADAS

F. G. de la B. En el gráfico que se ilustra están indicadas las distancias que recorre un coche, desde que son aplicados los frenos hasta que se para totalmente. Supongamos que el automóvil rueda sobre una carretera seca, que dispone de buenos frenos, y que el conductor tarda 3/4 de segundo, desde que advierte el peligro hasta que aplica los frenos (este "tiempo de reacción" es el que usualmente emplea el conductor medio).



F. I. M. Todo circuito eléctrico debe tener alguna "válvula de seguridad" que proteja a cualquier aparato, inserto en dicho circuito, de un aumento eventual de corriente. Los fusibles cumplen esta misión en los circuitos domésticos y, como su propio nombre indica, deben ser hilos metálicos que fundan fácilmente.

A. G. B. Estudios relativamente recientes han revelado que el sexo de la mayor parte de los animales se fija genotípicamente. **Los factores determinantes del sexo** residen en una pareja de cromosomas que reciben el nombre de cromosomas sexuales o heterocromosomas, que a veces se distinguen de los demás por su tamaño y forma.
La mosca **Drosophila melanogaster** nos ofrece un ejemplo bien demostrativo. Los heterocromosomas forman una de las cuatro parejas de cromosomas características de este insecto. En las hembras, los dos son iguales, de forma bacilar, y se llaman cromosomas X. En el macho son desiguales. Uno es como el de las hembras **(cromosoma X)**; el otro tiene forma de bastón y se llama **cromosoma Y.** En la reproducción, estos cromosomas se dividen y en los óvulos de la hembra todos son del tipo X, mientras que los de los espermatozoides del macho un 50 % serán de tipo X y otro 50 % de tipo Y.

Los zigotos formados por espermatozoides con un cromosoma X tendrán la fórmula XX, y darán origen a las hembras; los formados por espermatozoides con Y tendrán la fórmula XY, y originarán machos. Al mismo esquema de la Drosophila (hembras: XX; machos: XY) responden un gran número de animales y la especie humana, en la cual el cromosoma Y es sumamente diminuto, como si estuviera en trance de atrofia. En otras especies, el cromosoma Y falta, por haberse atrofiado del todo. Los zigotos responderán, o bien a la fórmula XX (hembras), o a la XY (machos).

Y PARA CONCLUIR...

TEMPRANAS INTERPRETACIONES DE LAS REACCIONES QUÍMICAS

Actualmente, los factores que determinan la posición de equilibrio en las reacciones químicas son bien conocidos. Los antiguos alquimistas identificaban la tendencia a reaccionar entre los productos químicos que entran a formar parte de una reacción, con los sentimientos afectivos entre las personas humanas. Robert Boyle, en "El químico escéptico" (1661), comentaba sobre estas teorías mostrando poco entusiasmo: "Considero que la amistad y la enemistad son atributos de los seres inteligentes, y no encuentro a nadie que me explique razonablemente cómo los cuerpos inanimados pueden presentar estos apetitos."

EL ÁTOMO Y SUS ANTECEDENTES

Los filósofos posteriores a Epicuro y Demócrito encontraron difícil explicar las diversas cualidades de la materia (color, forma, gusto, olor, etc.) en términos de la teoría atómica. Las teorías que prevalecieron fueron las de Heráclito y Aristóteles, que consideraban la materia formada por cuatro "elementos", aire, tierra, agua y fuego, mezclados en distintas proporciones.

Los átomos fueron olvidados hasta el siglo XVII, en el que los alquimistas se dedicaban a buscar la piedra filosofal, mediante la cual los diversos "principios" pudieran ser mezclados para obtener oro.
Los escritos de Descartes (1596-1650) contribuyeron a restaurar la idea de una estructura corpuscular de la materia. Los fundamentos filosóficos del atomismo fueron propuestos por John Locke, quien en su "Ensayo sobre el conocimiento humano" (1690), se enfrentó con el viejo problema de cómo los átomos podían dar cuenta de todas las cualidades que perciben los sentidos procedentes de las cosas materiales.
A principios del siglo XVIII la idea del átomo llegó a ser ampliamente aceptada. Newton escribía en 1718: "Es muy probable que Dios, en un principio, formase la materia como partículas movibles, sólidas, duras e impenetrables, con las propiedades, forma y tamaño, y en tales proporciones, en suma, que mejor le condujeran al fin que se hubiera propuesto".

FRASE DE LA SEMANA

Dijo **Virgilio:** ¡Feliz aquel que conoce las causas de las cosas!

PRECIOS DE VENTA **(Rigen también para los números atrasados)**

ARGENTINA,	Pesos	30.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	3.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos	0,75	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4.—
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,25

Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 24 de agosto de 1964

N° 46

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



SUPERVISOR CIENTÍFICO DE LA VERSIÓN CASTELLANA:
Jesús MORCILLO RUBIO, doctor en ciencias y catedrático de la Universidad de Madrid.

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO:
Dr. Cyril M. HARRIS (Prof. de la Universidad de Columbia), registro del sonido. Jean TERRIEN (Doctor en Ciencias y Física de la Universidad de París), visión en color y perspectiva. Dr. Wilhelm ANDERSON (Dir. Of. Análisis del Departamento de Agricultura de EE. UU.), la polinización. J. BRONOWSKI (Dir. Nat. Coal Board, U. K.), deflexión del haz de electrones. William W. BUECHNER (Prof. de Física del Ins. Tecnol. de Massachusetts), helicópteros. Dr. Carl L. CORE (Decano de la Universidad de Virginia Oeste), la polinización. Dr. Russel K. EDWARDS (Prof. del Ins. Tecnol. de Illinois), propiedades mecánicas de los metales. Robert C. ELDERFIELD (Prof. de Química de la Universidad de Michigan), polímeros. Prof. Luis VISINTÍN (Director Científico del Instituto Geográfico de Agostini de Novara), proyecciones de mapas.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por
EDITORIAL CODEX S. A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES

AÑO I
TOMO IV
Nº 46

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: **ARGENTINA:** Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana, Carrera 7ª Nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S.A., Santo Domingo 1175, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela DC. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. Responsable Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S.A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** C. A. Venezolana de Publicaciones, Principal a Santa Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:
REGISTRO DEL SONIDO. — Estudio dedicado a la grabación de discos. Al fondo está situada la habitación de control. El cantante que se encuentra grabando ante los micrófonos lleva puestos unos auriculares para escuchar el fondo musical previamente grabado que acompaña su melodía.

Correo Argentino Central B	TARIFA REDUCIDA
	CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

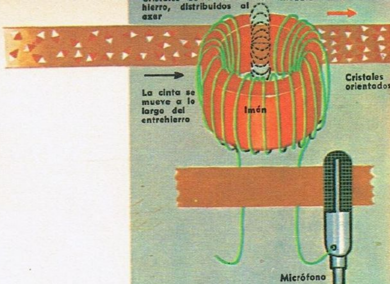
Gafas especiales para penetrar la oscuridad. — Hace ya varios años que es posible sacar fotografías de objetos situados en la oscuridad. El fundamento es el mismo que el de la fotografía ordinaria. Como es sabido, la luz visible es solamente un estrecho haz de las radiaciones del espectro electromagnético. Los rayos infrarrojos son de la misma naturaleza que la radiación visible, diferenciándose de esta última en que su longitud de onda es algo mayor.
Las fotografías con rayos infrarrojos, los cuales evidentemente no son visibles pero son emitidos por los objetos que queremos fotografiar, requerirán, pues, placas especiales que sean sensibles a esta radiación.
Los investigadores de la Signal Research and Development Establishment del Ministerio del Aire inglés parece que han dado un espectacular paso en este campo, pues han anunciado la creación de unas gafas que permiten ver en la oscuridad. Una sustancia semiconductora a la que ha sido añadida una tierra rara, es, según parece, el material empleado a tal efecto. Su acción está basada en un mecanismo análogo, aunque de sentido contrario, al de las sustancias fluorescentes, las cuales como hemos explicado en otras ocasiones, son sustancias que absorben luz de una determinada longitud de onda y emiten luz de longitud de onda menor. En el caso de las gafas que penetran la oscuridad, debido a las peculiares propiedades estructurales de los propios cristales y de la sustancia que los recubre, se produce un fenómeno análogo, es decir, la luz que emiten (visible) tiene una longitud de onda menor que la que absorben (infrarrojo).

Objetivo: mejorar la dentadura humana. — En distintas partes del mundo se están llevando a cabo estudios e investigaciones que tienden a mejorar la dentadura humana, fortaleciéndola y buscando los medios para impedir su caída. Hace ya bastantes años que se ha comprobado que la adición de fluoruros al agua potable contribuye a la mejor conservación de la dentadura de los individuos, en las zonas en donde este procedimiento ha sido ensayado. Actualmente se ensaya en Indiana un nuevo método dirigido a la consolidación de la dentadura de unos 1.000 niños en edad escolar. Productos alimenticios de una conocida firma del ramo han sido tratados con un elemento mineral no revelado hasta el momento. Los primeros resultados serán obtenidos dentro de dos años. El Dr. J. C. Muhler, director de la investigación, propuso hace unos años la adición de fluoruro estannoso a una conocida marca de pasta dentífrica.
Otro producto que se ensaya actualmente es el fosfato cálcico, el cual podría ser añadido en cantidades adecuadas al pan. Los resultados de los fosfatos hasta el momento han sido, sin embargo, bastante desalentadores, a pesar de que fueron muy buenos cuando este procedimiento se ensayó con ratas blancas.



NOTICIAS DE MAÑANA

El código genético y los principios vitales. — La ciencia de moda en la actualidad se llama Genética. Los grandes avances producidos en este campo en los últimos años, sobre todo en lo relativo al desciframiento del código genético, parecen ser muy prometedores. Así opina el Dr. T. H. Jukes, bioquímico de la Universidad de California, quien afirma que "a medida que avancemos en el conocimiento del código genético, podrán comprobarse las teorías evolutivas por métodos químicos basándonos en la evidencia de los fósiles; quizá pueda seguirse el rastro de los principios vitales anteriores a los fósiles, hasta llegar a los primeros seres vivientes de la Tierra, y se podrá ofrecer una nueva interpretación panorámica del mecanismo básico de los cambios evolutivos de las especies vivientes".
Mirando al futuro, los científicos afirman que, una vez conocido plenamente el código genético, llegará el día en que el hombre pueda ejercer un verdadero control no sólo de las enfermedades hereditarias, sino también de todos los innumerables caracteres trasmitidos por herencia.



La parte mate de una cinta magnética está recubierta de una capa de cristales de óxido de hierro, distribuidos al azar. La cinta pasa a través del entrehierro del imán. El campo magnético del entrehierro varía continuamente ya que la corriente que llega al imán proviene del micrófono, que está variando continuamente. Según los campos magnéticos creados, los cristales se ordenan en direcciones determinadas. La variación del sonido se registrará como consecuencia de una cierta ordenación del óxido de hierro en la cinta. Cuando se pasa la cinta, el campo magnético de estos pequeños imanes produce una corriente variable en la bobina del imán, que es amplificada y enviada al altavoz.

REGISTRO DEL SONIDO

Antes de 1876 no se había registrado aún el sonido. Actualmente, en la mayoría de los hogares hay un magnetófono o un tocadiscos. Las emisoras no sólo usan discos de gramófono para sus programas musicales, sino que muchas de las emisiones se graban previamente en cinta magnética. Las películas tienen una banda sonora que no es ni del tipo de cinta magnética, ni del de disco gramofónico. La banda sonora es, en realidad, una parte de la película que está situada a uno de los lados de la misma. Éste es el único medio conveniente de sincronizar la imagen y el sonido, de tal manera que el movimiento de los labios corresponda exactamente al sonido emitido.

El registro de sonido ha encontrado también aplicación en el comercio. En las oficinas se usan ampliamente máquinas que sirven tanto para grabar las instrucciones de los jefes, como para registrar cartas que la mecanógrafa puede más tarde escribir a máquina. Aquellas máquinas son magnetófonos modificados. El magnetófono es el instrumento ideal para grabar conversaciones familiares, ya que hacer un disco de gramófono requiere muchos procesos que serían impracticables en el hogar. La primera etapa para hacer un buen disco es grabar primero una cinta magnética. Para las orquestas, se crean grandes estudios de grabación, siendo más pequeños para grupos menores, y todavía más para la grabación de solistas.

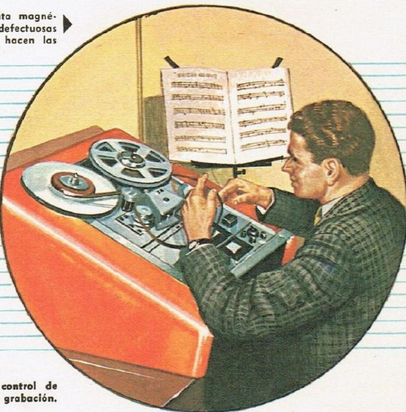
En el estudio se colocan varios micrófonos, distribuidos adecuadamente para asegurarse de que cada instrumento está a su correcto volumen. Si hubiera un solo micrófono, se registrarían con más intensidad los instrumentos que estuviesen más cerca de él, y apenas si se oirían los más alejados.

Se hacen varias pruebas para estar bien seguros de que los micrófonos se hallan correctamente colocados. El operador del panel de control puede hacer efecto de eco, llevando el sonido a un altavoz colocado en una cámara apropiada. El sonido de este altavoz se refleja en una pared cercana, siendo recogido algunos instantes después por los dos micrófonos colocados en la parte opuesta de la habitación, como un eco.

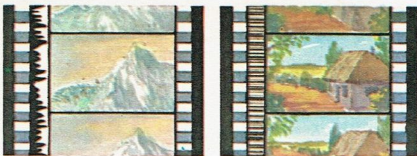
Aunque se usen muchos micrófonos, el efecto combinado se registra en una cinta, que se mueve a una velocidad de 45 cm. por segundo (la velocidad normal de las cintas en magnetófonos más económicos es de unos 9 cm. por segundo). Una velocidad alta proporciona un registro mucho mejor y hace que sea más fácil de editar la cinta. Si se cometiese algún error, se puede registrar de nuevo esta parte, cortar la cinta e insertar la parte correcta, para que el corte sea imperceptible. (Esta posibilidad es una de las propiedades más valiosas de la cinta magnética.) Así, el sonido de la cinta magnética está listo para ser transferido a un disco.



Habitación de control de un estudio de grabación.



Edición de una cinta magnética. Las partes defectuosas son borradas y se hacen las correcciones.



Los dos tipos de película sonora; (izquierda) banda sonora de anchura variable; (derecha) banda sonora de densidad variable.

El primer disco que se hace de la cinta es de aluminio y está cubierto por una capa de laca de nitrato de celulosa muy fina (0,02 cm.). El magnetófono se pone en funcionamiento. Normalmente, las variaciones magnéticas de la cinta que reproducen el sonido dan lugar a corrientes, que son amplificadas y se usan para hacer funcionar un altavoz, haciéndolo vibrar, con lo que el sonido se reproduce. En las grabaciones, las corrientes hacen vibrar un punzón de diamante caliente, de acuerdo con los sonidos que se registran. El punzón hace surcos en la laca, grabando la copia maestra. Los discos de gramófono son, a su vez, reproducciones de esta copia maestra.

Se rocía con una solución de plata la copia maestra, de tal manera que su superficie quede cubierta de una fina capa de este metal. Así se consigue que la superficie sea conductora de la electricidad.

La copia maestra, cubierta de plata, se coloca en un baño de electroplateado, y se conecta al polo negativo de la fuente de corriente continua. Como ánodo o polo positivo se coloca un electrodo de níquel. Cuando se hace pasar la corriente, la copia maestra se empieza a recubrir de níquel, y se sigue así hasta que alcanza el espesor de la chapa de un envase de hojalata común. Cuando se despega, aparecen elevaciones en su superficie, en lugar de surcos. A continuación, se vuelven a electroplatear estas copias, con lo que se obtienen copias metálicas de la copia maestra, es decir, con surcos. Estos discos metálicos, o "matrices", se prueban en un tocadiscos, para observar si tienen fallas.

Cuando se electroliza la matriz, la nueva superficie obtenida también tiene elevaciones en lugar de surcos. Esta placa metálica con elevaciones se usa para estampar los discos finales en la prensa de discos. De cada matriz se pueden obtener muchos discos para estampar, y, si la calidad de los discos que salen de la prensa empieza a disminuir, se puede utilizar como matriz uno de estos discos de estampado.

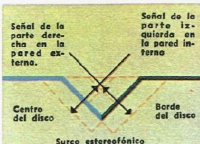
Cuando se hacen discos *estereofónicos*, la música producida por la parte izquierda de la orquesta se registra en un borde de la cinta y la de la derecha en el otro. De esta cinta se hace el grabado de la capa de laca, de tal manera que el sonido de la mitad derecha se registre en la pared externa de un surco y el de la mitad izquierda en la pared interna. Cuando se toca el disco, con la posición correcta de los dos altavoces, parece como si la música llenase todo el espacio, y no como si viniese de un solo punto. Por supuesto que la edición de ciertos discos estereofónicos es un proceso mucho más complicado.

Existen dos procesos principales para la obtención de bandas sonoras en las películas y ninguno de ellos tiene ventajas sobre el otro. Los dos métodos son utilizados hoy por las compañías cinematográficas. Afortunadamente, la parte sonora del proyector funciona igual con cualquiera de ellas.

La banda sonora de densidad variable aparece a un lado de la película como una serie de rayas grises y negras. Un micrófono recoge el sonido, transformándolo en vibraciones eléctricas variables. La corriente variable del micrófono se amplifica y se pasa a través de una lámpara, cuya iluminación varía con la intensidad de corriente. La luz de esta lámpara pasa por una ranura delgada, detrás de la cual se mueve el film sensible a la luz, fotografiando las fluctuaciones de intensidad de luz.

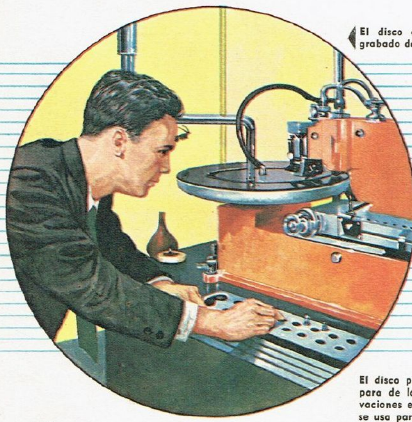
La banda sonora de anchura variable, también está colocada en un lado de la película. La parte más externa es negra y la interna blanca. La parte negra tiene un borde ondulado. En este caso, se coloca un pequeño espejo, mediante tiras metálicas, en el campo de un electroimán potente, por el que circula la corriente variable del micrófono. El espejo gira y sus vibraciones corresponden a las del espejo original. El espejo se ilumina con un rayo de luz, que se refleja en una ranura, y cuando no pasa corriente, la mitad de la ranura está iluminada y la otra mitad oscura. Cuando pasa corriente, algunas veces se ilumina una gran parte de la ranura y otras muy poco. Esto se fotografía en la película virgen, que se mueve detrás de la ranura.

Cuando se proyecta la película, la luz que pasa a través de la banda sonora se concentra en el cátodo de una célula fotoeléctrica, que produce una corriente que varía con la intensidad de luz que recibe. Esta corriente se amplifica y se lleva a los altavoces, que reproducen el sonido original.

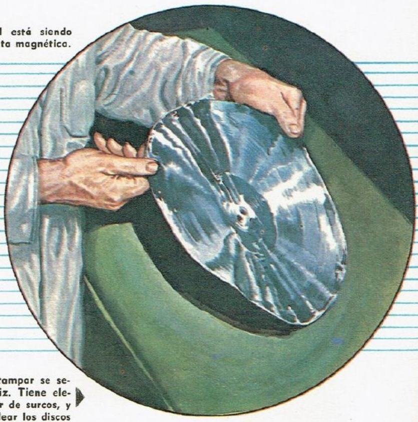


Dos esquemas que muestran distintos surcos en un disco estereofónico.

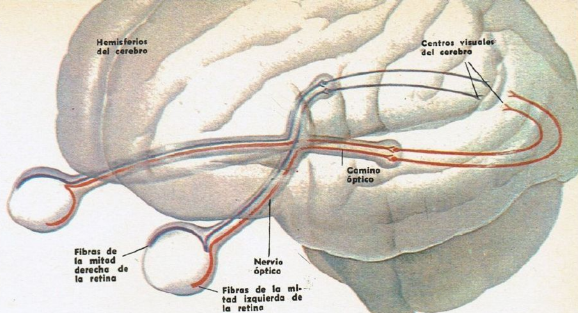




El disco original está siendo grabado de la cinta magnética.



El disco para estampar se separa de la matriz. Tiene elevaciones en lugar de surcos, y se usa para moldear los discos restantes.



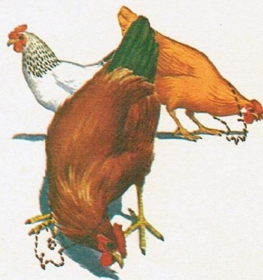
Esquema mostrando los caminos visuales desde la retina de cada ojo a los centros visuales del cerebro.

VISIÓN EN COLOR Y PERSPECTIVA

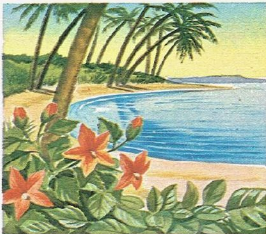

La lechuza tiene los dos ojos en la parte central y posee visión binocular.

En muchos animales, los ojos se encuentran colocados lateralmente en la cabeza. Cada ojo tiene un campo de visión distinto, y en este caso se dice que la visión es *monocular*. Sin embargo, otros (tales como la lechuza y los primates) tienen visión *binocular*. Los ojos están en la parte delantera de la cabeza y su campo de visión se reduce. El cerebro interpreta las dos clases de señales, ligeramente diferentes, que recibe de cada ojo como una imagen compuesta. Las fibras nerviosas de la mitad derecha de cada retina van al lado derecho del cerebro. Las de las mitades izquierdas, van al lado izquierdo del cerebro. Probablemente, las fibras de cada parte de la retina van a la misma parte del cerebro. El estímulo de las dos partes correspondientes de cada retina dan como resultado una simple sensación. Así, la combinación de dos imágenes retinianas produce una imagen simple. Cuando se mira algo de reojo, las imágenes de un objeto no caen en las correspondientes partes de cada retina, y se ve el objeto duplicado.

Es posible juzgar la distancia cuando se usa un solo ojo, pero es fácil mostrar que, utilizando los dos ojos a la vez, se aumenta la velocidad y exactitud de esta operación. Si se mantiene un lápiz vertical con el brazo estirado, y, después de cerrar un ojo, se intenta tocar la punta del lápiz con el dedo índice, esto se consigue tras cierta dificultad. Si se repite el experimento con los dos ojos abiertos, se puede ver que la precisión de localizar la punta del lápiz es mucho mayor. Los ojos del hombre se encuentran separados de 4 a 5 cm., con lo que la punta del lápiz (o cualquier otro objeto) se ve desde dos ángulos ligeramente diferentes. Esto permite que la posición de un objeto se pueda juzgar con exactitud. Muchos animales, que tienen los ojos colocados a los lados de la cabeza, deben moverla continuamente de un lado al otro para juzgar la distancia, de tal manera que el objeto


Una gallina mueve la cabeza de un lado al otro usando cada ojo a la vez, con lo que es capaz de juzgar la distancia con exactitud.





Por la noche (izquierda) apreciamos sólo tonos grises o plateados ya que utilizamos principalmente los bastoncillos. Durante el día vemos en color, usando los conos.

se percibe primero con un ojo y luego con el otro.

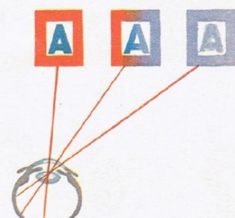
FISIOLOGÍA 2

Por ejemplo, una gallina hace esta operación cuando está picoteando la hierba en busca de alimentos.
Como en el hombre cada ojo tiene un campo de visión ligeramente diferente, puede juzgar la profundidad de un objeto (visión estereoscópica). Si, por ejemplo, se mira a una jarra, colocada un poco baja, cerrando primero un ojo y después el otro, se notará que cada ojo ve el objeto de distinta manera. El ojo derecho percibe más del lado derecho de la jarra y menos del izquierdo, y el ojo izquierdo ve más del lado izquierdo que del derecho (véase ilustración).

VISIÓN EN COLOR

Muchos animales pueden apreciar los colores. Entre ellos se incluyen algunos insectos, ciertos peces, reptiles tales como tortugas y lagartos, pájaros y, entre los mamíferos, los primates, incluido el hombre. Al considerar el uso de figuras en color como "camuflaje", o para llamar la atención, se debe tener en cuenta si estos animales tienen visión en color o no. Dos colores distintos pueden aparecer como un mismo tono, de gris, a un animal que ve en blanco y negro.

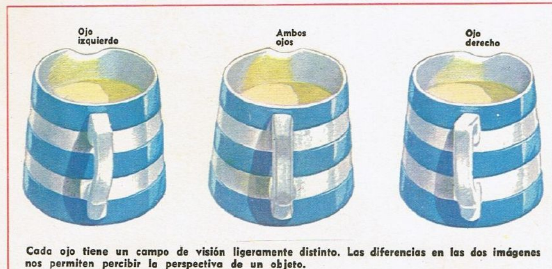
Los bastoncillos de la retina son más sensibles que los conos. Necesitan menos intensidad de luz y se usan con luz débil. Los conos, por su sensibilidad relativamente baja, se adaptan mejor a una luz brillante a lo largo del campo de visión de una persona; cuando ésta está mirando al frente, el objeto es reconocido primeramente de una manera vaga. A medida que se acerca al campo de visión, su color se hace más reconocible y más definido. Puesto que la periferia (parte más externa) de la retina contiene únicamente bastoncillos, el experimento sugiere que los bastoncillos son *acromáticos* (es decir están relacionados con la visión incolora), ya que cuando el objeto está en el borde del campo de visión es enfocado en la periferia. A medida que se mueve más cerca de la línea de visión, la imagen cae donde hay más y más conos. Esto sugiere que los conos son *cromáticos*, es decir, perciben el color. Los conos se usan poco en la noche, son poco sensibles a luces de baja intensidad. Con luz muy oscura no vemos color. Los objetos aparecen como grises. Esto es una prueba más de que los conos son los receptores del color.
Muy poco se conoce acerca de cómo las células sensibles son capaces de discriminar entre luces de diferentes longitudes de onda, aun cuando sus intensidades sean tales que pudieran aparecer con el mismo tono gris a un animal que carece de visión en color. La mayor parte de los colores se pueden obtener mezclando luces de tres colores primarios: azul, verde y rojo (ver *tomo III, pág. 130*). Por esta razón Thomas Young (1772-1829) desarrolló la teoría de que hay tres tipos de células sensibles a la luz, siendo cada una más sensible a uno de los tres colores primarios. Esta teoría fue desarrollada por Herman Helmholtz (1821-1894) y es reconocida como teoría de Young-Helmholtz.
Otros investigadores, observando que es posible obtener una mezcla más exacta de colores cuando se usan cuatro o más colores, han propuesto que hay más de tres tipos de receptores. Algunos han llegado a proponer hasta siete de estos receptores en las retinas de la mayor parte de los vertebrados.
Grant, en Suecia, ha llevado a cabo experimentos de sensibilidad visual a las bandas estrechas del espectro; hay receptores que tienen una gran sensibilidad, es decir, son estimulados por la mayor parte del espectro. Así, si miramos a un objeto rojo, los receptores que son más sensibles al rojo son los estimulados más fuertemente. Como los objetos blancos estimulan todos los receptores, nos aparecen blancos.
Recientemente Rushton, trabajando en Cambridge, ha dado una gran evidencia de la existencia de pigmentos sensibles al color en la *fovea* del hombre. Dos han sido identificados casi sin lugar a duda, uno sensible a la luz verde y otro a la luz rojo-anaranjada. Un pigmento sensible al azul no ha sido identificado aún.



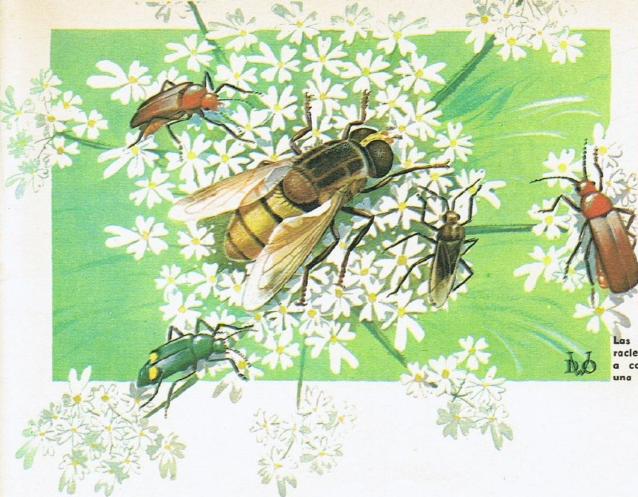
Un objeto enfocado en el borde de la retina es difuso e incoloro. A medida que se acerca a la línea recta de visión se hace más definido y coloreado.

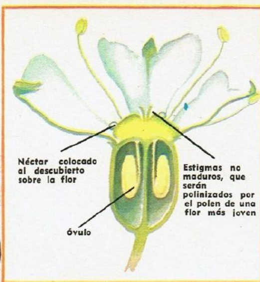
CEGUERA DEL COLOR

Muy poca gente es completamente ciega al color, es decir, es incapaz de ver nada en color. Generalmente tales personas poseen sólo visión de la luz oscura, que parece depender sólo de los bastoncillos. Los conos o no existen o no funcionan. Otros poseen dicromatismo o visión en dos colores, es decir, son incapaces de distinguir entre rojo, azul o gris. La mayor parte es ciega al rojo-verde, en cuyo caso el rojo es confundido con el verde.
Se usan varias pruebas para examinar la ceguera al color. En una de ellas el sujeto ha de mirar las páginas sucesivas de un libro en el que se han impreso números, con puntos de varios tonos de un color, colocados en un fondo de puntos de otro color. Los números son visibles a alguien con visión normal pero un ciego al color no los puede ver.



Cada ojo tiene un campo de visión ligeramente distinto. Las diferencias en las dos imágenes nos permiten percibir la perspectiva de un objeto.





Las flores "abiertas" de una umbelífera ("Heracleum") atraen a numerosos insectos que llevan a cabo la polinización. (Recuadro) Sección de una flor aislada.

BIOLOGÍA

LA POLINIZACIÓN

Las abejas y otros insectos tan comunes en las flores durante los meses de verano, no se dedican solamente a alimentarse del néctar, sino que están realizando un servicio vital para la planta. Cuando los insectos revolotean de flor en flor, están llevando involuntariamente polen de una parte a otra y realizando la *polinización* de las flores. El trasporte de polen desde los estambres hasta el estigma es un proceso que recibe el nombre de *polinización*, y es la primera fase del ciclo por el cual las células masculinas llegan a las células femeninas, u óvulos, para formar las semillas. La segunda fase del proceso *(fecundación)* se describirá más tarde. Todas las partes de la flor pueden desempeñar un papel en la polinización, pero los principales órganos que aquí intervienen son los *estambres* y el *estigma*.

Cada *estambre* (órgano masculino) consiste en un *filamento* y un par de *anteras*, que son los sacos productores de polen. Cuando los granos de polen están maduros, las paredes de la antera se abren y los dejan en libertad.

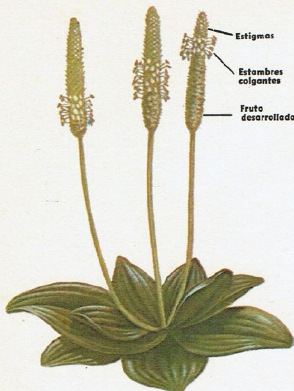
El *estigma* es la superficie de recepción de la parte femenina de la flor, el *carpelo*. El estigma puede estar colocado, o no, sobre una columna, el *estilo*. Cuando el polen de la misma especie cae sobre el estilo, el proceso de la fecundación comienza.

Cuando las semillas se producen mediante la trasferencia de polen de una flor a otra *(polinización cruzada)*, las plantas resultantes son, a menudo, más vigorosas que si el polen y el *óvulo* (célula femenina) procediesen de la misma flor *(autopolinización)*. No es sorprendente, por lo tanto, que la mayoría de las flores tengan algún método de evitar la autopolinización y de asegurar la polinización cruzada. Las flores que están adaptadas a la polinización cruzada producirán una descendencia más robusta, y con más posibilidades que las no adaptadas a ella.

Así se va introduciendo la propiedad que sirve para asegurar este tipo de polinización entre las distintas plantas de la especie, o, dicho de otro modo, la planta va evolucionando hacia la adquisición de esta posibilidad.

La mayoría de las flores contienen a la vez estambres y carpelos (son *hermafroditas)*, pero algunas plantas tienen flores con un solo sexo. Ciertas especies (por ejemplo, el sauce) tienen incluso las flores masculinas y femeninas en plantas de morfología distinta. En estos casos, la autopolinización es imposible. Cuando en la misma flor existen órganos de los dos sexos, la autopolinización se evita por la separación de las anteras o de los estigmas en el espacio o en el tiempo. En una flor erecta, las anteras pueden estar debajo de los estigmas, y lo contrario ocurre en una flor colgante, de tal forma que el polen no cae en los estigmas. El mecanismo más frecuente, es que los estambres maduren antes de que el estigma esté preparado para recibir el polen. Esto es lo que se conoce con el nombre de *protandria*. El proceso inverso *(protoginia)* se encuentra en algunas flores, cuyos estigmas maduran antes de que los estambres dejen caer el polen. Cierto número de plantas cuyas flores no están adaptadas estructuralmente para evitar la autopolinización son *autoestériles*. El polen cae sobre el estigma, pero no se realiza la fecundación, por existir, al parecer, una barrera química.

En ciertos experimentos de genética, realizados para obtener nuevas variedades de plantas, es necesario evitar la autopolinización, incluso para especies de plantas que la poseen como un mecanismo normal. Para ello, se procede



El llantén se poliniza por el viento. Las flores más bajas se abren primero descubriendo los estigmas. Más tarde aparecen las anteras colgantes.

a amputar artificialmente los estambres, y a realizar la polinización frotando el estigma con estambres tomados de otra flor, con la que se quiere realizar el cruzamiento. Con frecuencia, se cubren las flores con bolsitas o cucuruchos de papel, para impedir el acceso al estigma del polen de otras flores extrañas al experimento. En otros casos, interesa, por el contrario, favorecer la autopolinización, a fin de obtener *líneas* o variedades *puras*. Los resultados de la polinización cruzada entre dos variedades muy diferentes son, con frecuencia, una descendencia de mayor vigor, lo cual puede tener agrícolamente un gran interés. Éste es el caso de los maíces "híbridos", en los que se busca obtener este fenómeno por la polinización de dos variedades puras diferentes.



La parte exterior de las patas traseras de la abeja lleva el cestillo para el polen formado por pelos rígidos.

A pesar de que la polinización cruzada es preferible, la autopolinización debe realizarse en el caso de que no haya otra posibilidad. Con frecuencia, los estambres y los estigmas se doblan unos contra otros antes de que la flor muera, para que se efectúe la autopolinización, si la polinización cruzada ha fallado. Un grupo de plantas (en las que se incluye la violeta) produce, al final de la estación de crecimiento, flores especiales que se autopolinizan. Incluso no llegan a abrirse, y el polen pasa directamente desde los estambres hasta el estigma, asegurando, al menos, la producción de algunas semillas.

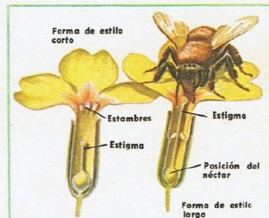
AGENTES POLINIZANTES

Los insectos desempeñan un papel importante en la polinización, pero existen otros agentes, como el viento. La polinización por el viento (*anemofilia*) tiene lugar en muchos árboles y gramíneas. Las flores están, generalmente, en *amentos* o inflorescencias colgantes en forma de plumeros o borlas que el viento puede sacudir fácilmente. Los estambres poseen también largos filamentos, que hacen que las anteras puedan ser sacudidas por el viento con mayor eficacia. De esta manera, el polen puede soltarse con gran facilidad. El polen es ligero y se produce en grandes cantidades, ya que la polinización por el viento desperdicia una gran cantidad y sólo una pequeña parte llega a su meta, constituida por el pequeño blanco que presenta la superficie del estigma.

El polen de muchas plantas anemófilas (por ejemplo, en los pinos) presenta unos pequeños "flotadores" o vesículas huecas adosadas que contribuyen a aumentar su superficie, disminuyendo su peso específico aparente. Así el polen puede ser trasportado a muchos kilómetros de distancia por el viento, e incluso ascender a gran altura en la atmósfera, siguiendo los movimientos turbulentos (de remolino) del aire. Se ha observado un caso de polinización de una planta de palmera en el sur de Europa por el polen aparentemente procedente del norte de África.

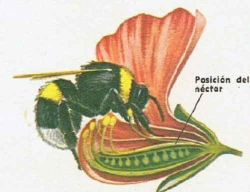
Los estigmas son normalmente muy grandes y plumosos en las plantas polinizadas por el viento, para que pueda ser atrapado más polen.

La polinización por el viento parece ser la forma más primitiva de polinización y es muy poco diferente de la dispersión de las esporas de los hongos y de los helechos. Quizá era el único método empleado por las *gimnospermas* (plantas que no tienen las semillas cubiertas) fósiles, que formaban bosques de árboles enormes en épocas pasadas. Hoy día es el método de polinización de las gimnospermas vivientes, como las *coníferas* (pinos, abetos, cedros, etc.), si hay que tomar como criterio la cantidad de polen producido. En momentos determinados, puede desprenderse el polen en tales cantidades que cubre el suelo, coloreándolo de amarillo y dando origen a lo que popularmente se han llamado "lluvias de azufre". A veces se ve el polen flotando como una nube sobre los bosques de coníferas. En las típicas "lluvias de azufre", parece que el polen es realmente arrastrado por las gotas de lluvia, procediendo de las capas relativamente altas de la atmósfera, donde han ido a parar por efecto del aire.



PRIMAVERA

Esta flor presenta dos formas: una con el estilo corto y los estambres colocados muy arriba, y otra con el estilo largo y los estambres en medio del tubo de la corola. La primavera es polinizada, especialmente, por abejas de "lengua" larga, que recogen el polen al nivel adecuado para trasportarlo al estigma del tipo opuesto de planta.



FLORES IRREGULARES

Las flores de este tipo (p. ejemplo, el guisante de olor) están muy especializadas para asegurar la polinización. Las abejas de "lengua" larga, atraídas por las flores, se posan en los pétalos laterales (alas). El peso de la abeja hace descender los pétalos y deja al descubierto los órganos sexuales, que frotan el cuerpo del insecto. La polinización tiene lugar cuando la abeja busca el néctar en la base de la flor. Sólo los insectos pesados, como las abejas, pueden polinizar esta clase de flores.

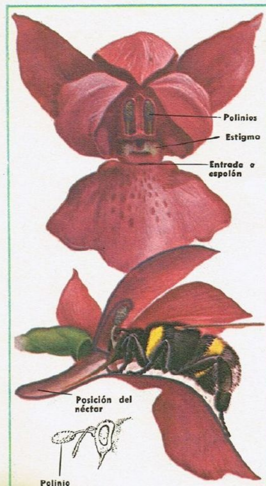
Entre las plantas que tienen flores *(angiospermas)*, las flores anemófilas se caracterizan por lo sencillo de su estructura, lo cual parece ser un fenómeno de reducción posterior y no un carácter primitivo. Los pétalos suelen faltar, las flores no son llamativas, no producen néctar, y no llaman la atención de los insectos. Producen muchísimo más polen que las flores de plantas relativamente parecidas en cuanto a su estructura, pero que son polinizadas por insectos, y el polen es seco y pulverulento. Hay una marcada tendencia a la separación de sexos y a la aparición de las flores, muy tempranamente en la primavera, antes que las hojas, lo que ocurre, especialmente, en los árboles y en los arbustos. Una de las características más interesantes de la anemofilia es que aparece en familias de plantas totalmente distintas, lo que muestra que es una adquisición reciente de tipo evolutivo. Se encuentra en las gramíneas (hierbas), que se polinizan todas por el viento, a excepción de la avena cultivada y algunas variedades de trigo que se autopolinizan, en los robles, chopos, etc.

En algunas de estas plantas, las anteras pueden "explotar", proyectando el polen en el aire. El avellano, por ejemplo, produce sus flores en unas borlas colgantes alargadas (amentos). Las flores femeninas, sin embargo, son unas estructuras delicadas y de pequeño tamaño, con estigmas rojos ramificados. La separación de las flores por sexos asegura la polinización cruzada. Las flores de las gramíneas (hierbas) tienen los estambres con largos filamentos, que aseguran que no haya autopolinización por su manera de colgar de la flor, lejos de los estigmas. Las especies de llantén producen espigas de flores protóginas. Las flores situadas en la parte más baja de la espiga se abren las primeras, y dejan sus estigmas al descubierto. Cuando éstos se marchitan, aparecen los estambres colgantes, pero no polinizan a las flores más jóvenes, ya que están siempre situados por debajo de los estigmas que se van abriendo en la parte superior de la espiga.

Algunas flores no están limitadas a un solo método de polinización, y, si no las visitan los insectos, descargan el polen en el aire. Estos casos sugieren la idea de que, cuando los tipos florales estaban adaptados a la polinización por el viento o por insectos y las condiciones se alteraron, las flores adoptaron un método diferente de polinización, pero la estructura floral se mantiene igual.

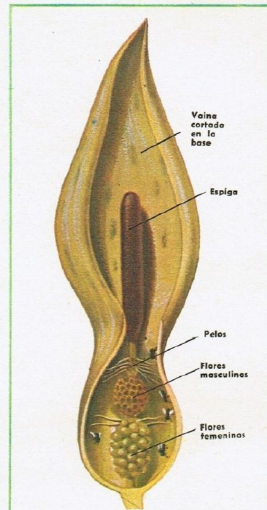
La polinización por insectos *(entomofilia)* es el método más común de trasporte de polen para la fecundación. Hace mucho tiempo que se sabe que el brillante color, y el aroma de las flores, no se han hecho para la satisfacción estética del hombre, y que su objeto principal es atraer los insectos. Hay bastantes flores que no están condicionadas y que pueden polinizarse por casi todos los insectos, pero otras son polinizadas por muy pocas especies. Las complicadas asociaciones entre flores e insectos no son, en absoluto, una casualidad, sino el resultado de las fuerzas de evolución, que actuaron desde que los primeros insectos empezaron a alimentarse en las flores.

Las primeras flores anemófilas debieron atraer a los insectos de alguna manera, probablemente a causa del alto valor nutritivo del polen. Las flores visitadas



LAS ORQUÍDEAS

Algunas de estas flores muestran los más notables tipos de adaptación a la polinización por ciertos insectos. La semejanza de algunas de estas flores con los insectos parece ser un mecanismo de atracción. La flor de la orquídea purpúrea temprana sólo tiene un estambre, cuyas anteras son grandes y contienen una masa pegajosa de polen ("polinio") unido a un vástago. Cuando una abeja llega a la flor e intenta sacar néctar del espolón, los vástagos de los polinios se pegan en su frente y al cabo de poco tiempo los polinios se doblan hacia delante.
Así quedan exactamente en la posición para tocar los estigmas de la próxima flor visitada.
Las flores de este tipo están tan especializados que solamente una especie de insecto puede polinizarlos.



LA INFLORESCENCIA DEL ARO

Esta inflorescencia es más bien fea y tiene un olor desagradable, que, sin embargo, atrae a las moscas. Las flores individuales están en una espiga, las femeninas debajo de las masculinas. Por encima de las flores hay un anillo de pelos y toda la inflorescencia está envuelta en una vaina. Las moscas, atraídas del exterior, penetran en el tubo y quedan encerradas por los pelos que están dirigidos hacia abajo. Las flores femeninas maduran primero y se polinizan por los insectos que llevan algo de polen. Después maduran las flores masculinas y los pelos se marchitan. Cuando los insectos escapan, llevan polen que trasportan a la flor siguiente.

AGENTES POLINIZADORES DE MENOR IMPORTANCIA

El agua trasporta el polen de algunas plantas acuáticas. Los granos de polen tienen flotadores finos que los llevan sobre la superficie del agua hasta que alcanzan alguna flor que esté en la superficie. Los pájaros son polinizadores frecuentes en los trópicos (p. ejemplo, colibríes). Las flores, generalmente, son rojas y producen grandes cantidades de néctar. Los murciélagos pueden ser los polinizadores de algunas flores, especialmente en los trópicos. Otros animales pueden también polinizar durante sus viajes, pero no son polinizadores regulares.



Una mariposa sondea las flores tubulares de la escabiosa con su larga trompa. La trompa y las patas recogen el polen.

RECOGIDA DE POLEN AÉREO

Para analizar el polen flotante en el aire se disponen portaobjetos de microscopio al aire libre, cubiertos con una capa muy fina de vaselina. El polen de las plantas anemófilas queda pegado y puede examinarse al microscopio. La determinación se hace por comparación con el polen tomado directamente de las plantas. Los granos de polen presentan complicados y variables relieves en su superficie que son distintos para cada especie, y se utilizan para la identificación. Los inventarios de polen aéreo se hacen frecuentemente con fines médicos, debido a que el polen puede producir trastornos alérgicos en algunas personas (fiebre del heno), o para conocer las épocas de polinización de las plantas.

por insectos fueron polinizadas de una manera eficaz, y produjeron una descendencia en mayor número que aquellas que no tuvieron contacto con los insectos. Esta descendencia fue también atractiva para los insectos, por haber conservado el carácter hereditariamente de sus antecesores.

A partir de este momento, debe haberse originado toda la serie de refinados mecanismos de las flores entomófilas. Se han escrito libros enteros sobre los mecanismos que los insectos, por una parte, y las flores, por otra, han desarrollado para perfeccionar esta cooperación. Algunos insectos tienen estructuras especiales para almacenar el polen —y por lo tanto para polinizar— de manera más eficaz. El "cestillo del polen" y la fina pelosidad plumosa de las abejas son un ejemplo. Las abejas se cubren de polen al penetrar en las flores, después se cepillan (por medio de una estructura especial existente en las patas en forma de brocha) y aglomeran el polen en bolitas, que meten en el cestillo. Sin embargo, siempre queda polen adherido al cuerpo, y este polen puede ser retenido por el estigma pegajoso de las flores que el insecto visite a continuación.

Las flores entomófilas son, casi siempre, de colores brillantes y olorosas, aunque el olor no siempre es agradable para el hombre. Normalmente contienen un líquido dulce —el *néctar*— además del polen; aunque algunas flores (como, por ejemplo, la rosa silvestre) tienen solamente polen, que producen en mayor cantidad, como alimento de los insectos.

En el néctar dominan compuestos ricos en hidratos de carbono, que son utilizados como fuente de energía por los insectos, mientras que en el polen predominan compuestos nitrogenados, muy importantes para la alimentación de las larvas. El polen de las flores entomófilas es pegajoso y se adhiere al cuerpo de los insectos. Dado que la polinización por los insectos es un mecanismo más eficaz que la anemofilia, el polen se produce menos en estas flores.

Las abejas son los insectos polinizadores más importantes. En sus búsquedas de polen y néctar, visitan un gran número de flores, generalmente de la misma especie, polinizándolas. Su "lengua" *(proboscis)*, relativamente larga, las capacita para encontrar y recoger el néctar "encerrado" (por ejemplo, en recovecos o en espolones formados por los pétalos).

Las abejas, cuyos ojos no son sensibles a la luz roja, visitan las flores purpúreas, azules, amarillas, algunas veces las blancas y, muy raramente, las de color rojo. Las líneas oscuras en los pétalos *(guías de la miel)* parecen guiar a los insectos hacia el néctar, los estambres y el estigma. Para la fructificación de los árboles frutales, las abejas tienen una gran importancia, habiéndose comprobado que los árboles frutales plantados a los lados de las carreteras son cada vez menos fértiles, a medida que va uno alejándose de los pueblos donde hay numerosas colmenas.

Para obtener una buena polinización, se aconseja colocar colmenas en las plantaciones de frutales en una densidad de, por lo menos, dos por hectárea.

Las mariposas, tanto diurnas como nocturnas (polillas), son también importantes agentes polinizadores. Las mariposas visitan todo tipo de flores, especialmente las rojas y las blancas. Sus largas "lenguas" *(espiritrompa)* les permiten alcanzar el néctar en las flores tubulares. Las mariposas nocturnas se mantienen en el aire frente a las flores y obtienen el néctar con sus larguísimas espiritrompas. Las flores son, generalmente, blancas o amarillas (de forma que son visibles fácilmente en la oscuridad) y están perfumadas fuertemente. Sus estambres y estigmas sobresalen, de forma que tocan el cuerpo de la mariposa cuando ésta se mantiene en el aire vibrando rápidamente sus alas.

Otros insectos que visitan con frecuencia las flores son las moscas y los coleópteros (escarabajos). Estos insectos no están especializados para llegar al néctar "encerrado", y se encuentran normalmente sobre flores "abiertas", como las de la familia de las *umbelíferas*. Las inflorescencias planas suelen estar frecuentemente cubiertas por insectos, que se alimentan del néctar al descubierto. Las flores son marcadamente protándricas, y los insectos llevan el polen desde las flores jóvenes del centro de la inflorescencia a las del borde que, siendo más viejas, tienen ya maduros los estigmas. Las flores de la familia de las *compuestas* son también visitadas por numerosos insectos. La mayoría de las flores entomófilas emplean alguno de los métodos ya descritos para evitar la autopolinización.

A veces, la cooperación entre planta e insecto llega a traducirse en mecanismos muy complejos. Las inflorescencias (cabezas) del trébol blanco producen flores erguidas. Cuando alguna flor ha sido visitada por una abeja, se inclina doblándose por el pedúnculo y quedando en posición colgante bajo la inflorescencia. Con esto, las abejas que llegan después no "pierden el tiempo" en visitas inútiles, y aumentan las oportunidades de que otras flores reciban su visita.

En algunos casos, la falta del insecto para la polinización ha motivado que las plantas introducidas en una región, donde antes no existían, sigan estériles. Esto ocurrió con la higuera de Esmirna, cuando se llevaron los primeros árboles de esta clase a California. Algunos años más tarde (1899) se llevaron de Argelia inflorescencias masculinas de la higuera de Esmirna, que se suspendieron en las ramas altas de los árboles, y la polinización (y por lo tanto, la formación de higos) fue posible gracias a un pequeño himenóptero (familia de las avispas y las abejas), que llegó involuntariamente con las inflorescencias.

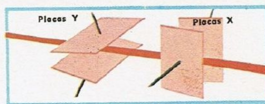


Los amentos del avellano, al ser agitados por el viento, esparcen el polen en los estigmas rojos de las flores femeninas.

DEFLEXIÓN DEL HAZ DE ELECTRONES

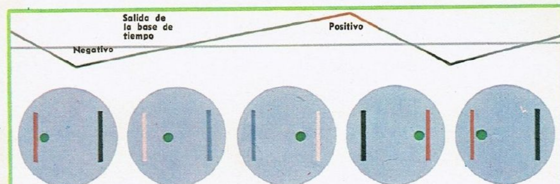
Por un tubo de rayos catódicos se hace pasar un haz de electrones, que, cuando chocan con la pantalla, producen una señal luminosa visible desde el exterior.
Una vez que el haz ha sido *enfocado y acelerado*, se hace pasar por dos pares de placas metálicas, que son las que desvían el haz, haciendo que cambie la posición de la señal luminosa en la pantalla.

Las placas sólo desvían el haz si están cargadas. Cuando una de las placas se hace positiva, la otra se hace negativa, con lo que los electrones del haz (que están cargados negativamente) son atraídos hacia la placa positiva. Al mismo tiempo, son repelidos por la placa negativa, por lo que la dirección del haz cambia.
Las placas se cargan eléctricamente cuando se les aplica un voltaje. Si éste es constante, entonces la señal luminosa se mantiene en un punto de la pantalla, que corresponde a este voltaje particular. Si el voltaje de las placas cambia (y esto sucede en la mayoría de los tubos de rayos catódicos), la señal se traslada con el tiempo, a medida que varía el voltaje. Usando una base de tiempo, según se explica a la izquierda, el tubo de rayos catódicos producirá figuras estables, que corresponden a cambios regulares del voltaje aplicado a las placas.

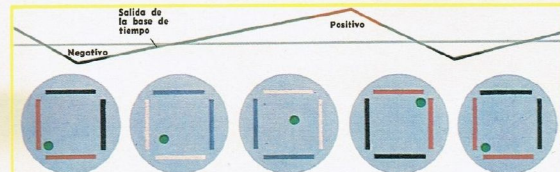


LAS PLACAS QUE DESVÍAN EL HAZ

Una placa tiene tanto mayor poder de desviar el haz cuanto más cerca de él está. Por tanto, para obtener una desviación máxima, las placas se colocan lo más junto posible, dentro del tubo de rayos catódicos. Sin embargo, si las placas están demasiado próximas, el haz desviado chocará con ellas y se detendrá. Para evitar esto, las placas se colocan en el tubo como indica la figura, siendo su separación mayor a medida que el haz pasa por ellas. De esta manera, la máxima desviación se produce sin necesidad de interrumpir el haz.

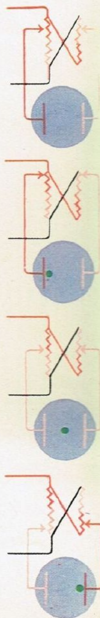


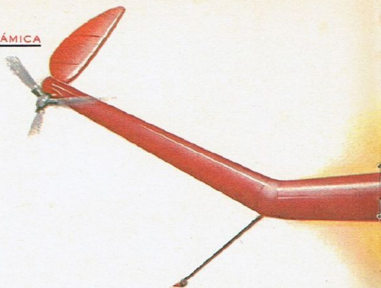
Una de las placas X (la de la derecha del diagrama) se conecta a una base de tiempo y la otra a tierra. La salida de la base de tiempo es una serie de impulsos de voltaje, que se conocen como "voltaje de diente de sierra". En el punto más bajo del diente de sierra, el impulso es negativo, y la placa X de la derecha se carga negativamente. (La placa izquierda, que está conectada a tierra, se carga positivamente.) En este instante, el haz de electrones se desvía a la izquierda de su posición normal, y la señal luminosa aparece en la parte izquierda de la pantalla.
A medida que el voltaje de la base de tiempo aumenta, la desviación va haciéndose menor, ya que las cargas de las placas se hacen cada vez más pequeñas; la señal luminosa se mueve de izquierda a derecha hasta que se sitúa en el centro de la pantalla, cuando el voltaje es cero. La placa de la derecha se va cargando cada vez más positivamente y la señal luminosa continúa trasladándose hacia la derecha. En la cresta del diente de sierra, el voltaje vuelve a su valor negativo original, y la señal luminosa se traslada hacia la izquierda de la pantalla, continuando así su movimiento de ida y vuelta, constantemente.



Si se aplica el voltaje de la base de tiempo a las placas X, la señal luminosa se mueve regularmente en la pantalla. El tubo de rayos catódicos puede producir ahora en la pantalla una imagen de cualquier impulso, que se repita regularmente con la misma frecuencia que la de la base de tiempo. Esto se puede ver observando las figuras de una pantalla, que indique la posición de la señal luminosa en varios tiempos, cuando se aplica a las placas Y un voltaje de diente de sierra, como el de la base de tiempo. El efecto de los dos pares de placas, a la vez, es que la señal luminosa empieza en la esquina izquierda inferior de la pantalla, cuando el voltaje corresponde al fondo de un diente de sierra. Se mueve hacia arriba a medida que vamos ascendiendo por un diente de sierra, y en el máximo llega a la esquina superior derecha de la pantalla. Cuando el ciclo recomienza, la señal luminosa vuelve a su posición primitiva.

Para que la señal luminosa se mueva de un lugar a otro en la pantalla del tubo de rayos catódicos, los voltajes de las placas deben cambiar de un cierto valor a otro, haciendo que una placa sea más (o menos) negativa y la otra más (o menos) positiva. Esto se puede lograr haciendo pasar la corriente por dos resistencias conectadas, como indica la figura. Los contactos variables de las dos resistencias se colocan de tal manera que ambos suban y bajen a la vez. Cuando los contactos bajan, las placas se cargan menos cada vez, y su efecto sobre el haz disminuye, permitiéndole retroceder a su posición de mínima desviación, justo en el centro del tubo. Esto sucede cuando ambos contactos están en el centro, y en este caso la señal luminosa aparece en el centro de la pantalla. Si se bajan aún más los contactos, se consigue que la placa de la derecha se cargue más positivamente, y la señal se moverá hacia la derecha de la pantalla. Si no se mueven los contactos, la señal luminosa se detiene, con lo que con esta disposición es posible detener la señal en cualquier punto de la pantalla. Se usa un dispositivo análogo para desplazar la señal luminosa verticalmente.





HELICÓPTEROS



El helicóptero asciende empujando el aire hacia abajo con su rotor.

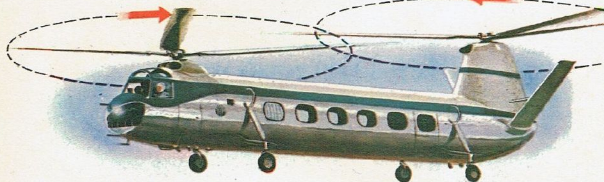
Muchos pájaros e insectos pueden mantenerse en el aire aleteando simplemente. El aeroplano convencional, por supuesto, no puede mover sus alas. Su sustentación es debida al flujo de aire sobre las alas, que tienen forma especial. Antes de que el avión empiece a volar debe haber una corriente de aire y, por tanto, el aeroplano convencional sólo puede volar si está avanzando. Cuando más rápido se mueve, mayor es el flujo de aire en las alas y mejor es su sustentación.

Los helicópteros, sin embargo, se elevan por sí solos sin necesidad de tener que avanzar. Pueden subir, bajar, volar hacia delante, hacia atrás, de lado, y pueden, inclusive, estacionarse en el aire.

Leonardo de Vinci diseñó un primitivo modelo de helicóptero hacia el año 1500. Esencialmente, era una hélice movida por un resorte.

La hélice de un aeroplano corriente está hecha de tal manera que empuja hacia atrás el aire, a medida que gira. Este movimiento hacia atrás produce un empuje igual, o *reacción,* en dirección opuesta (ésta es la tercera ley de Newton: la acción y la reacción son iguales, pero opuestas). La *acción* de la hélice empujando el aire hacia atrás da lugar a una reacción que empuja a éstas hacia delante.

Puesto que la hélice de Leonardo estaba montada con su eje vertical, empujaría el aire hacia abajo, tendiendo a elevarse.



El Bristol 173 está compensado por medio de dos rotores que giran en direcciones opuestas.

No se sabe, en realidad, si Leonardo construyó e hizo funcionar el helicóptero de su diseño. Sus dibujos e ideas estuvieron perdidos hasta el final del siglo XVIII. Por aquella época llegaron a Europa, desde China, los primeros juguetes con el mismo fundamento que el helicóptero. Sus hélices eran de plumas y el juguete se accionaba con una goma retorcida.

Los principios básicos del helicóptero eran, pues, conocidos y, por tanto, una vez que se desarrollase un medio eficaz de girar las paletas, parecía una tarea simple el hacer funcionar la máquina.

Los rotores son casi planos, y pueden inclinarse de tal manera que cuando giran empujan el aire hacia abajo. El ángulo a que se inclinan se llama *ángulo de elevación,* y cuanto mayor es éste, más cantidad de aire ponen en movimiento las paletas, y mayor es la ascensión. Análogamente, si las hélices giran más de prisa, la cantidad de aire que expelen es mayor, y el empuje es también mayor.

En 1907, los hermanos Breguet, Luis y Jacques, construyeron un helicóptero que podía elevarse metro o metro y medio del suelo, pero era imposible de controlar. La dificultad estaba en que el helicóptero era inestable.

Cuando los rotores giran en un sentido, el helicóptero tiende a girar en sentido opuesto.

Esto no es más que una consecuencia de la tercera ley de movimiento de Newton (un giro en un sentido da lugar a un giro en la dirección opuesta). Es evidente que algo se ha de hacer para evitar que el helicóptero dé vueltas.

Si el helicóptero se moviese hacia delante,

Un helicóptero se mueve hacia delante aumentando el ángulo de elevación de las paletas a medida que giran hacia atrás.

Reacción: el helicóptero gira sobre sí mismo

Compensación: las paletas se flexionan hacia arriba y baten menos aire

Al avanzar, las aspas expelen mayor cantidad de aire

Las aspas del rotor se flexionan hacia arriba a medida que avanza.

Giro de compensación de la hélice pequeña

Giro de la hélice grande

Reacción: giro del helicóptero en dirección opuesta

El giro debido a la hélice grande se compensa con una pequeña hélice colocada en la cola.

se podría estabilizar, como un aeroplano, con aletas y con timón. (Este conjunto ofrece una gran resistencia al movimiento de rotación.) Pero si el helicóptero se mantiene estacionario en el aire, las aletas y el timón son poco eficaces.

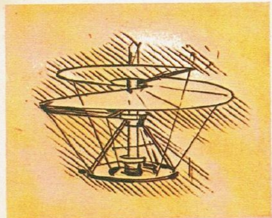
Los primeros helicópteros que se construyeron no se movían hacia delante. Se consideraba suficiente que se elevaran y que permanecieran unos minutos en el aire.

Para que el helicóptero se elevase correctamente había que compensar la tendencia de la máquina a girar en un sentido, haciendo que el propio aparato girase en sentido contrario. Los dos giros se anularían entre sí y el helicóptero podría elevarse. La primera idea fue colocar dos rotores que girasen en sentido contrario. El giro que ocasionaba un rotor se compensaba con el que originaba el otro.

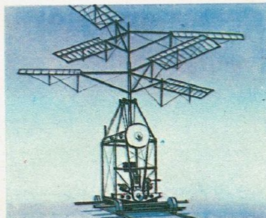
Alguno de los helicópteros actuales utiliza este sistema de dos rotores que giran en sentidos opuestos, aunque la mayoría de los pequeños helicópteros están compensados por el método inventado por Igor Sikorsky en 1939, en el que el giro debido a la hélice mayor se compensa con otra pequeña hélice colocada lateralmente en la cola.

La ventaja del helicóptero es su gran capacidad de maniobra, que le permite moverse prácticamente en cualquier dirección. De hecho, el movimiento se controla alterando el ángulo de elevación de los rotores. Si se desea que el helicóptero ascienda, todas las paletas han de tener aproximadamente el mismo ángulo de inclinación, y el empuje hacia arriba es igual en todas partes. Para que el aparato avance, el ángulo de inclinación de cada paleta se reduce cuando ésta está colocada en la parte delantera, y se aumenta cuando está en la trasera. A esto se le llama *control cíclico* del ángulo de inclinación. Cuando las aspas se encuentran en la parte delantera del helicóptero, expelen menos aire, creándose un empuje mayor en la parte trasera que en la delantera, y dando como resultado el avance del helicóptero, que, además, se inclina un poco hacia delante por el empuje adicional de la parte trasera. El helicóptero puede retroceder mediante el proceso inverso, batiendo menos las aletas en la parte trasera que en la delantera.

Cuando el helicóptero avanza tiende a dar vueltas alrededor de sí mismo. Esto es debido a que las hélices que se mueven hacia delante lo hacen más rápido, en relación con el aire, que las que se mueven hacia atrás. Cuanto mayor es el aire que bate una hélice, mayor es el movimiento de elevación. Las que se mueven hacia delante baten más aire que las que se mueven hacia atrás (por el cambio cíclico del ángulo de control). Como un lado es empujado más que el otro se produce una fuerza adicional que tiende a volcar el helicóptero. Este motivo de inestabilidad se corrige haciendo que las hélices descansen sobre unos resortes, de forma que cuando la hélice va hacia delante los resortes se flexionan hacia arriba, reduciendo así la cantidad de aire expedida.



Diseño de Leonardo de Vinci de una máquina capaz de volar verticalmente.



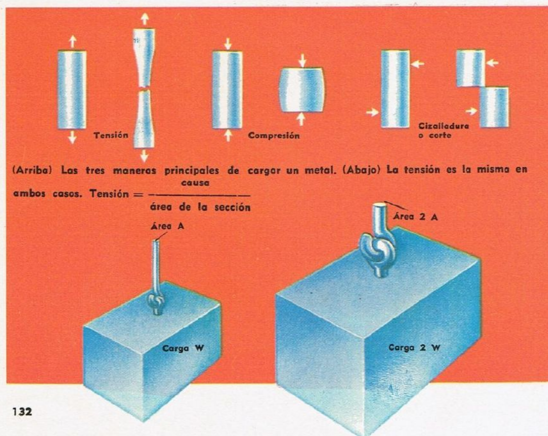
Helicóptero de Sikorsky en 1910. Sikorsky no resolvió el problema del balanceo hasta 1939.

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS METALES

¿Por qué algunos metales se pueden doblar fácilmente, mientras que otros se rompen? ¿Por qué algunos se pueden estirar y otros no? Simplemente, porque los metales tienen diferentes propiedades, las cuales debe conocer el ingeniero si quiere utilizarlos adecuadamente. Las *propiedades* de los metales que interesan desde este punto de vista, son las que se refieren a la manera de comportarse cuando se les somete a fuerzas y presiones. Los procesos que se llevan a cabo en un taller mecánico (tales como cortado, doblado, estirado, etc.) tienen por objeto, esencialmente, utilizar fuerzas y presiones para dar a los metales la forma deseada.

ELASTICIDAD

Cuando sobre un alambre se hace actuar una fuerza, se produce en él una deformación, que en los cuerpos elásticos desaparece al cesar la fuerza. Si las deformaciones son pequeñas, se pueden considerar todos los cuerpos como elásticos; pero, si se van aumentando, llega un momento en que el cuerpo conserva una cierta deformación permanente al cesar la acción que la produjo, y entonces se dice que se ha pasado el *límite de elasticidad*. Por debajo de este límite, se cumple la ley de Hooke, que dice que la fuerza elástica de reacción es proporcional a la magnitud de la deformación. La resistencia que los distintos metales presentan al sufrir deformaciones viene dada por unos módulos, que se determinan experimentalmente. Un metal puede sufrir deformaciones por tres motivos: tracción, compresión y cizalladura. El módulo de elasticidad de un metal, o módulo de Young (índice de su resistencia, a la tracción o a la compresión) es el cociente entre la presión deformadora y la correspondiente deformación unitaria (relación entre el incremento de longitud producido por tracción y la longitud inicial). El módulo de Young se determina colgando de alambres de igual sección y longitud, de los metales en estudio, pesos iguales, y midiendo las elongaciones producidas. Si incrementamos sucesivamente estos pesos, llegaría un momento en que el alambre del metal de menor resistencia a la tracción se rompería, es decir, habríamos alcanzado su *límite de ruptura*, magnitud que nos indica la carga máxima que un metal puede soportar. Cuanto mayor es el módulo de elasticidad de un metal, más fuerza, más energía poseen, y serán necesarias máquinas más pesadas para su mecanizado.



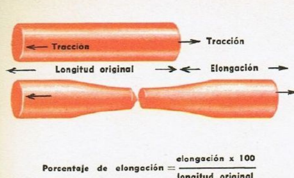
(Arriba) Las tres maneras principales de cargar un metal. (Abajo) La tensión es la misma en ambos casos. Tensión = causa / área de la sección

DUCTILIDAD

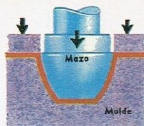
Al estirar un metal, se comporta como una pieza de goma, pero la elongación es mucho más pequeña. Esto permite hacer resortes de metal (un resorte vuelve siempre a su posición, independientemente de las veces que se use). Esta *elasticidad* puede a veces ser molesta en los trabajos, ya que el metal no se puede curvar con facilidad para obtener una nueva forma. A veces el metal se ablanda si se calienta; entonces se curva y a continuación se recalienta, para recuperar las propiedades primitivas.

Si un metal se estira demasiado se hace *plástico* y entonces se puede alargar como si fuese una masilla. Una barra de metal que se estira con una fuerza pequeña vuelve a recuperar su posición original cuando se elimina la fuerza. Si la fuerza excede un cierto límite, la barra se deforma para siempre. Si se aumenta aún más la fuerza, la barra continúa alargándose, hasta que llega un momento en que se rompe (punto de alargamiento final).

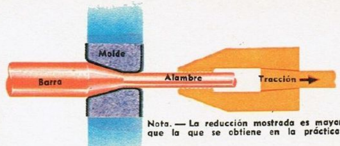
Los metales que se pueden alargar mucho cuando se estiran, se dice que son *dúctiles*. Cuando se estira una barra en una máquina de prueba se puede hallar la elongación de una determinada longitud (llamada *longitud de la escala*). El porcentaje de elongación del hierro dulce es del 15 al 20 %; del latón, del 30 %; y del aluminio puro, del 40 %. Algunos metales se alargan mucho: es decir, tienen una ductilidad alta, y se pueden deformar fácilmente por procesos mecánicos, especialmente si tienen una resistencia a la tensión baja (resistencia a las fuerzas de alargamiento). Esto permite fabricar recipientes de paredes finas a partir de láminas planas. El alambre se fabrica pasando una barra de metal dúctil a través de un agujero muy pulido, hecho en un taco de metal duro, por el que la barra se va estirando en diámetros cada vez más pequeños. Cuanto más pequeño es el diámetro, más largo será el alambre. El cobre se puede estirar hasta el diámetro de un cabello. Incluso pueden fabricarse, por este método, tubos huecos tan finos como un cabello. Una barra de acero se puede estirar, pero con gran dificultad, y poco a poco, porque el acero es menos dúctil que el cobre. Incluso



$$\text{Porcentaje de elongación} = \frac{\text{elongación} \times 100}{\text{longitud original}}$$



Reflectores para faros de coche, estampados a partir de láminas planas.



Fabricación de alambre por estiramiento de un metal dúctil a través de un molde.

en esta operación es de importancia la dureza del metal, ya que si se intenta una gran reducción de diámetro, se puede romper la barra.

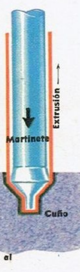
El alambre o las barras estiradas tienen una superficie muy suave, ya que se pulen por contacto con un cuño de metal duro. Generalmente es redondo y sin defectos en la superficie y se puede usar para muchos fines sin ulterior tratamiento. Cuando un metal se estira o se deforma por algún medio, en frío, su estructura cristalina se deforma, haciendo que el metal se endurezca. Por tanto, una lámina o barra de metal brillante (que frecuentemente se ha estirado en frío), es difícil de curvar sin que se rompa. Si es necesario, se puede *templar* el metal (calentar y después enfriar lentamente) para ablandarlo sin que pierda su acabado.

GLOSARIO

Dúctil - capaz de ser estirado; ejemplo, aluminio, cobre.

Maleable - capaz de ser laminado; ejemplo, plomo, aluminio, oro.

Tenaz - capaz de ser deformado repetidamente sin que sufra una excesiva elongación; ejemplo, cobre, aleaciones.





Fabricación de tubos por extrusión.

PLASTICIDAD

Los que hayan usado plastilina o arcilla para moldear figuras saben que estas materias pueden adaptarse a la forma que uno desee darles. Muchos metales se comportan de la misma manera, si se trabajan con la suficiente fuerza, y pueden tomar formas completamente diferentes a las que tenían. Se dice entonces que los metales son *plásticos*.

Los metales pueden ser extruidos, lo que se hace por un procedimiento conocido como *extrusión de impacto*, que se usa para hacer envases, tubos de pasta dentífrica y otros recipientes de pared delgada.

Un lingote de un metal se coloca en un agujero profundo de un molde de metal duro (ver ilustración). Un martinete desciende sobre el lingote con gran fuerza y lo comprime dentro del agujero. Por la presión, el metal se hace plástico y sólo puede salir por el pequeño espacio entre el martinete y la cavidad del molde. El metal se extruye hacia arriba por este espacio, formando un tubo de pared fina. Todo esto sucede en unos segundos, o menos, con lo que el sistema tiene un gran rendimiento. Metales como el aluminio son muy apropiados para esta clase de procesos.

Todos los metales dúctiles permiten un flujo plástico; pero algunos metales, como el plomo, se pueden deformar fácilmente, aunque no son dúctiles. Estos metales se pueden trabajar con martillo y laminar, y se les llama *maleables*. El aluminio es maleable y dúctil a la vez; se puede laminar en hojas delgadas de una milésima de centímetro.

Muchos metales se hacen plásticos si se calientan al rojo vivo, aunque no lo sean en frío. El hierro se deforma fácilmente cuando se calienta al rojo vivo. La mayor parte de las barras y láminas de hierro se trabajan en caliente. El forjado, otro procedimiento de trabajo en caliente, puede dar al hierro cualquier forma. Con fuerzas relativamente pequeñas se pueden hacer cambios grandes de sección, y ésta es la gran ventaja del forjado. Además, los cristales del metal no se endurecen, por lo que se conserva blando y fácil de curvar.

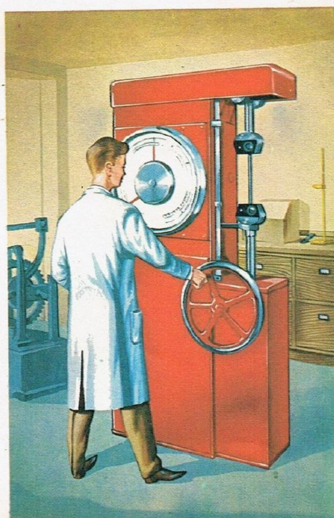
El efecto combinado de la contracción, al enfriarse el metal, y la oxidación de la superficie, son desventajas del método de trabajo en caliente. Por tanto, para lograr condiciones plásticas adecuadas, es necesario usar maquinaria y elegir los metales cuidadosamente.

Comprobación de la resistencia de un metal a la tracción. La muestra se estira y en cada instante se registran la fuerza de deformación (carga) y las extensiones (elongación).

TENACIDAD

La tenacidad es la propiedad que tienen los metales de deformarse continuamente sin romperse; en otras palabras, un metal tenaz es aquel que no se puede estirar con facilidad.

Algunos metales se pueden doblar hacia adelante y hacia atrás, o retorcer muchas veces sin que se rompan. Imagínese la importancia de esta propiedad en las uniones de vagones de ferrocarril, en los eslabones de una cadena, o en la caja de trasmisión de un camión pesado, donde una rotura tendría graves consecuencias. Los metales blandos pueden ser muy tenaces. Esto se evidencia si uno trata de romper un trozo de alambre de cobre, doblándolo o retorciéndolo. Los metales tenaces son difíciles de tornear, ya que el metal cortado, o viruta, no se separa fácilmente del bloque principal. Los metales que son a la vez duros y tenaces, como los aceros al cromo-níquel, necesitan herramientas especiales de cortado y máquinas muy potentes.



POLÍMEROS

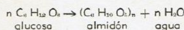
En la fabricación de polímeros, pequeñas cantidades de impurezas pueden dar lugar a un producto de peor calidad o, incluso, evitar la polimerización. Esta figura muestra un aparato a escala de laboratorio, en el que se eliminan los últimos vestigios de agua del monómero, que entonces se polimeriza.

La denominación de *polímero* se ha generalizado por su asociación con varias sustancias plásticas sintéticas, p. ej., polietileno, cloruro de polivinilo y poliestireno. Aunque la producción de éstas y otras fibras plásticas es de reciente desarrollo, hay gran número de polímeros en la naturaleza, tales como el almidón, la celulosa y las proteínas.

En un principio esta denominación se aplicó sólo a moléculas que se originaban de moléculas simples (monómeros) de la misma sustancia, que se unían como consecuencia de una reacción de *combinación (adición)* en la que se rompían los dobles enlaces.

Éste no es el único procedimiento para formar largas moléculas. Cuando algunos monómeros se combinan para formar una molécula mayor, lo hacen desprendiendo una molécula de agua o alguna otra sustancia simple. Tal cambio químico es una reacción de *condensación*. Puesto que las moléculas largas se producen por ambos tipos de reacción, se les considera actualmente como polímeros. Sin embargo, el método por el que se obtienen se suele indicar en su descripción: el polietileno es un polímero de adición, mientras que el nilón es un copolímero de condensación. Un copolímero está formado por moléculas de dos o más monómeros.

Aunque las reacciones de polimerización se presentan, principalmente, en la producción de caucho sintético y otras sustancias plásticas, reacciones del mismo tipo tienen también otras importantes aplicaciones. Así, el almidón y la celulosa, en las plantas, se originan con una polimerización. La glucosa se forma merced al proceso de la fotosíntesis. El anhídrido carbónico del aire y el agua, asimilada a través de las raíces de las plantas, reaccionan en presencia de la clorofila y de la luz solar. Aunque el mecanismo de la fotosíntesis no está aún completamente explicado, los productos finales son glucosa ($C_6H_{12}O_6$) y oxígeno, que es devuelto a la atmósfera. El almidón y la celulosa se forman a partir de glucosa, como la planta lo necesita, por una reacción de condensación:

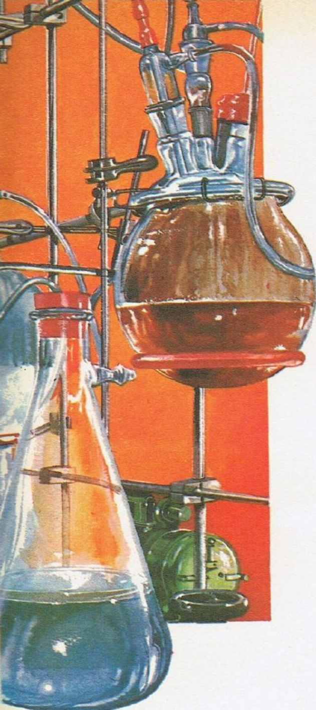


$$n\,C_6H_{12}O_6 \rightarrow (C_6H_{10}O_5)_n + n\,H_2O$$

glucosa — almidón — agua

donde *n* es un número muy grande (aproximadamente 200 para el almidón). La fórmula ($C_6H_{10}O_5$) puede aplicarse tanto al almidón como a la celulosa, diferenciándose únicamente en el número de unidades ($C_6H_{10}O_5$) que contienen, y en la distribución espacial de los átomos que forman la molécula. Las proteínas también se forman por polimerización, aunque en ellas las unidades de aminoácidos son, en general, diferentes; los aminoácidos son las unidades básicas de las que se forman las proteínas. La deducción de la estructura de las proteínas es muy difícil, aunque parecería que los distintos aminoácidos debieran estar distribuidos en una secuencia regular en el copolímero.

La química macromolecular, o de altos polímeros, es una rama de la ciencia que ha experimentado un desarrollo extraordinario en los últimos 40 años. Hasta la década de 1920-30 poco o nada se sabía de la naturaleza de las macromoléculas, y fueron los trabajos de Staudinger los que constituyeron la base de partida para todo el desarrollo posterior y que le valieron el premio Nobel en 1953. Los altos polímeros son grandes moléculas, de peso molecular elevado, forma-





POLÍMEROS DE ADICIÓN

Si se calienta cloruro de vinilo con cloruro de benzoilo, que actúa como catalizador, se forma cloruro de polivinilo. El "monómero" (cloruro de vinilo) posee un "doble enlace" activo entre los dos átomos de carbono. Estos enlaces se rompen con facilidad, para formar un polímero estable, en el que todas las uniones de valencia son enlaces simples.

MATERIA PRIMA DE ALGUNOS POLÍMEROS SINTÉTICOS

POLÍMEROS DE ADICIÓN	MATERIA PRIMA	COPOLIM. DE CONDENS.	MATERIA PRIMA
Polietileno	etileno	Nilón	hexametilono diamino más cloruro del ácido adípico
Polimetil metacrilato (plexiglás)	metil metacrilato	Fenol - formaldehido (baquelita)	formaldehído más fenol
Poliestireno	estireno (obtenido de benceno más etileno)	Terileno	etilen-glicol y el éster dimetelico del ácido tereftálico
Cloruro de polivinilo	cloruro de vinilo	Urea - formaldehído	formaldehído y urea

das por repetición de grupos químicos más pequeños unidos entre sí por enlaces químicos, y presentando en su conjunto una cadena de forma alargada. A pesar de lo reciente de la concepción de esta idea, el hombre viene utilizando las macromoléculas naturales desde la más remota antigüedad, como el asfalto, el ámbar, la goma arábiga. Incluso el caucho natural y la celulosa se usaron antes de conocerse su naturaleza.

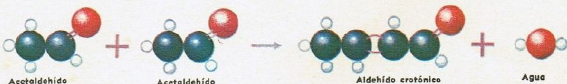
Una segunda etapa en el desarrollo de la química de los altos polímeros la constituye el descubrimiento de los procesos industriales de polimerización, a partir de la década del 30, y, sobre todo, desde la segunda guerra mundial, que ha permitido la preparación de la gran cantidad de polímeros que existen actualmente. Finalmente, una tercera etapa, muy reciente, la constituye el reconocimiento de la naturaleza macromolecular de un gran número de sustancias biológicas, de las que se ha empezado a conocer su constitución química y física. En estos materiales se incluyen, p. ej., proteínas, ácidos nucleicos, etc., que constituyen la esencia de la vida; muchos procesos biológicos, como la trasmisión genética de la herencia, el funcionamiento del cerebro, están basados en las propiedades de las macromoléculas que intervienen en ellos.

Las propiedades de una macromolécula, como las de una molécula sencilla, dependen de su naturaleza química. Pero, además, ellas presentan peculiaridades nuevas, derivadas del gran peso molecular que poseen. Aparte de su magnitud, el peso molecular de los polímeros es variable (dependiendo de las condiciones de polimerización), dándose a veces variaciones enormes, por factores de 1.000 o más. Como la mayor parte de las propiedades (incluyendo las de interés práctico, como viscosidad, solubilidad, capacidad de formar fibras, propiedades elásticas, etc., etc.) dependen del peso molecular; éste es un dato muy importante en los procesos de fabrica-



REACCIÓN DE COMBINACIÓN O ADICIÓN

En presencia de álcali diluido, dos moléculas de acetaldehído reaccionan adicionándose en frío, para dar una molécula de aldol.



REACCIÓN DE CONDENSACIÓN

Si se calienta una solución alcalina de acetaldehído, se forma aldehído crotónico, como resultado de la combinación de dos moléculas de acetaldehído. En el proceso se elimina una molécula de agua.

ción. Por ejemplo, ningún polímero puede formar fibras por debajo de un cierto peso molecular mínimo, lo que obliga a controlarlo en la polimerización. La variación del peso molecular se refleja también en el hecho de que en una polimerización se obtiene siempre una mezcla de macromoléculas de pesos muy diferentes, que cubren un intervalo, por lo general, muy amplio. La anchura de esta distribución de pesos moleculares depende siempre de las condiciones de polimerización.

Existe todavía un tercer elemento que influye poderosamente en las propiedades moleculares: la morfología. En efecto, las posibilidades de estereoisomería son muy grandes en una macromolécula y dependen no sólo de la isomería propia de los monómeros, sino también, y, sobre todo, del modo con que éstos se unen para formar el polímero (es decir, de las condiciones de polimerización). Un ejemplo clásico lo ofrece el caucho natural (cis-poliisopreno) y la balata (trans-poliisopreno); a pesar de tener ambos la misma composición química, el último carece por completo de las propiedades elásticas del caucho.

Así, pues, las características de un determinado polímero vienen dadas por la consideración conjunta de estos tres elementos: naturaleza química, peso molecular y morfología. Puesto que los tres dependen de las propiedades en que se ha llevado a cabo la polimerización, es claro que cualquier estudio químico de la misma debe abordar los tres extremos, y en la práctica, y, dentro de lo posible, es necesario controlarlos, a fin de obtener el resultado deseado.

Como hemos visto antes, la polimerización de las macromoléculas se puede llevar a cabo de dos maneras fundamentalmente diferentes: polimerización de condensación y de adición, según la reacción proceda por condensación de moléculas simples o por adición de un doble enlace.

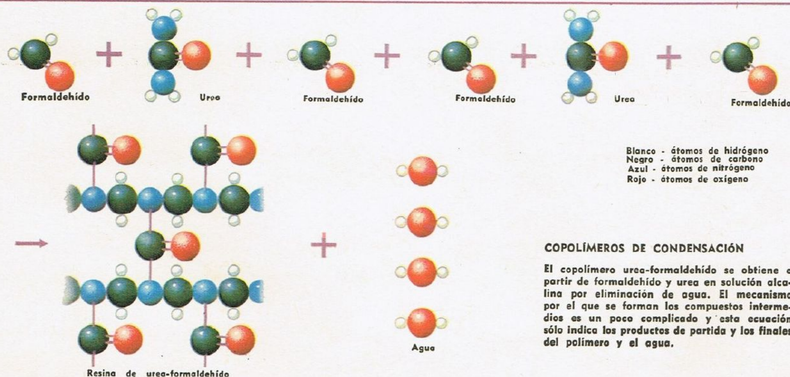
En la mayoría de las aplicaciones de las macromoléculas, las propiedades de mayor interés son las mecánicas: elasticidad, flexibilidad, dureza, resistencia al impacto, a la rotura, tensión, etc. Todas ellas dependen de las tres características principales de los altos polímeros que hemos reseñado anteriormente.

Las macromoléculas exhiben una gran variedad de propiedades. Los cauchos, por ejemplo, son sólidos amorfos, blandos, capaces de grandes alargamientos elásticos. Por otra parte, los plásticos son sólidos en estado vítreo, característicamente duros y quebradizos. Las fibras, en cambio, son sólidos parcialmente cristalinos, orientados, flexibles y con gran resistencia mecánica. Todos estos estados poseen, aunque a primera vista no lo parezca, cierta correlación. Quizá el modo más intuitivo de verla es considerar lo que, por ejemplo, ocurre en un caucho cuando se cambia la temperatura. Por encima del punto de fusión (que en los cauchos es bastante bajo), el polímero se encuentra en estado líquido: al enfriarse, solidifica, presentando el aspecto de caucho ordinario. Si seguimos enfriando, llega un momento (por debajo de 0°C) en que pierde todas las propiedades elásticas y se convierte en un sólido con las características de un plástico duro y quebradizo. Esta temperatura a la que ocurre, en cambio, se llama *temperatura de transición vítrea,* que para los cauchos ordinarios está muy por debajo de la temperatura ambiente.

En los plásticos ordinarios, estireno, cloruro de vinilo, etc., la temperatura de transición vítrea es del orden de 100°C, por lo que a la temperatura ambiente se comportan como tales, mientras que al ser calentados adquieren la blandura, plasticidad y elasticidad del caucho. Para las fibras, tanto la temperatura de transición vítrea como la de fusión son muy altas (las más altas de todos los polímeros, por regla general), por lo que a temperatura ambiente son muy cristalinos. Existe pues, una correlación entre las propiedades mecánicas y las temperaturas de transición y fusión vítrea, y, como estas dos están relacionadas entre sí, basta con estudiar una de ellas, v. gr. la temperatura de fusión. El punto de fusión depende, en primer lugar, del peso molecular, como es obvio, si se considera que los monómeros son líquidos a temperaturas ordinarias. También depende de la ordenación y regularidad del sólido y el líquido (a mayor ordenación del sólido y menor del líquido, mayor es la temperatura de fusión).

TEMPERATURA DE FUSIÓN DE ALGUNOS POLÍMEROS

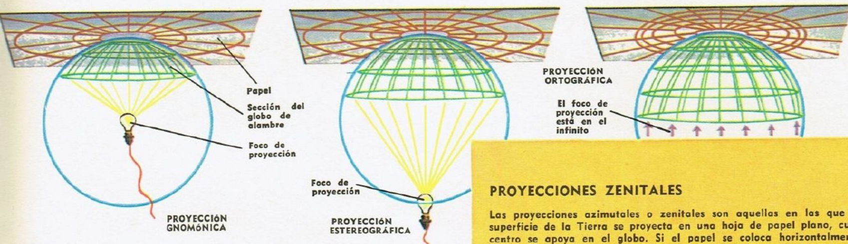
Polímero	Temperat. de fusión (°C)
Caucho natural	28
Gutapercha	74
Neopreno (policloropreno)	80
Polipropileno	176
Tributirato de celulosa	207
Nilón 66	260
Terileno (dacrón)	267



COPOLÍMEROS DE CONDENSACIÓN

El copolímero urea-formaldehído se obtiene a partir de formaldehído y urea en solución alcalina por eliminación de agua. El mecanismo por el que se forman los compuestos intermedios es un poco complicado y esta ecuación sólo indica los productos de partida y los finales del polímero y el agua.

PROYECCIONES DE MAPAS



La mayor dificultad que encuentran los dibujantes de mapas, o *cartógrafos*, es la imposibilidad absoluta de dibujar con precisión la superficie curva de la Tierra sobre un papel plano. Es evidente que ha de aparecer alguna distorsión, que, aunque puede ser insignificante y sin importancia cuando se trata de pequeñas distancias (la curvatura de la Tierra es imperceptible en pequeñas áreas), puede ser apreciable en grandes áreas.

El problema es análogo cuando se trata de aplanar completamente la cáscara de una naranja. Cualquiera sea su corte, siempre aparecerá alguna joroba en algún sitio. Como última solución, podemos aplanar la cáscara, pero quedará distorsionada. El hecho de que una superficie esférica no se pueda trasformar en otra plana, quiere decir que lo opuesto tampoco es posible. Así, es casi imposible pegar un trozo de papel de unos pocos centímetros cuadrados sobre un globo sin que aquél se pliegue.

Lo único que los cartógrafos pueden hacer es procurar que la distorsión sea mínima, o controlarla de tal manera que el mapa sea exacto en algunos aspectos, aunque no en otros. Los mapas se pueden dibujar de tal manera que las direcciones y formas estén correctamente representadas, aunque no lo estén las áreas relativas. A esta representación se la llama *ortomórfica* o *conformal*. En otro tipo de mapas, las áreas relativas son correctas, pero las formas pueden estar

PROYECCIONES ZENITALES

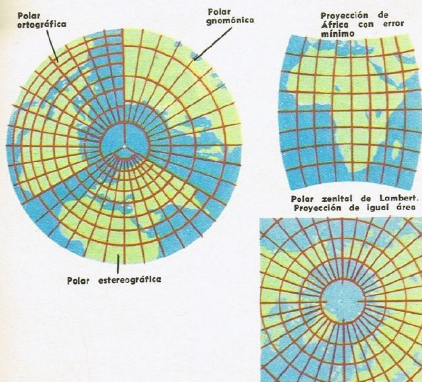
Las proyecciones azimutales o zenitales son aquellas en las que la superficie de la Tierra se proyecta en una hoja de papel plano, cuyo centro se apoya en el globo. Si el papel se coloca horizontalmente encima de los alambres del globo, de tal manera que su centro se apoye en el polo norte, las sombras de las líneas de latitud que aparecen en el papel toman la forma de anillos concéntricos, mientras que las líneas de longitud aparecen como líneas rectas que convergen en el centro. Sin embargo, la separación de las líneas de latitud depende de la posición de la luz. Si ésta se encuentra en el centro del globo, la distancia entre líneas consecutivas de latitud aumenta rápidamente desde el polo, y la distorsión de las masas de la Tierra, superpuestas en tal retículo, aumenta de la misma manera. A esto se llama proyección "gnomónica".

La proyección "estereográfica" es aquella en que la luz se coloca en el extremo opuesto del globo al que está colocado el centro del papel; en este caso, el polo sur. La exageración, a medida que nos alejamos del polo, se reduce ahora considerablemente.

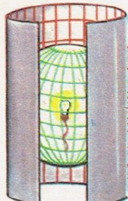
Una tercera posición de luz es que ésta se encuentre en el infinito, lo que hace que las líneas de latitud se junten a medida que nos alejamos del polo. A este tipo de proyección se le llama "ortográfica".

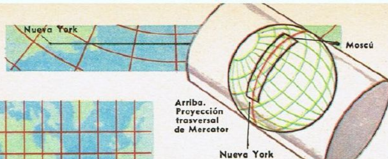
Es evidente que debe de haber algún sitio entre la proyección estereográfica y ortográfica donde se pueda colocar la luz para producir una distorsión mínima. A esto se le llama "proyección de error mínimo". Por supuesto, no es necesario centrar el mapa en el polo norte o sur. Se puede centrar en el ecuador ("ecuatorial"), o en cualquier otro punto del globo ("oblicua"). Una propiedad de las proyecciones azimutales es que las direcciones angulares son exactas desde el centro del mapa (de aquí su nombre).

Frecuentemente, las proyecciones zenitales se modifican con algún fin particular. Por ejemplo, las líneas de latitud se pueden dibujar a la distancia correcta del centro (proyección zenital equidistante), o se pueden ajustar para que el área que ellas encierran sea proporcional al área de globo que encuadran. La última proyección se llama "proyección sin perspectiva", ya que ésta no se puede obtener en un verdadero sentido de proyección.

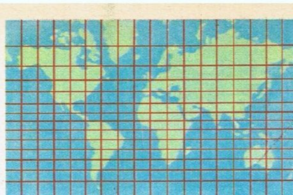


Abajo. Perspectiva simple de una proyección cilíndrica

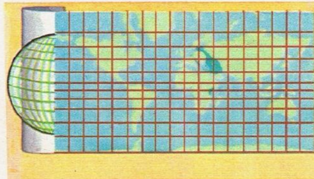




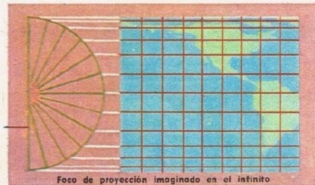
Arriba. Proyección trasversal de Mercator



Proyección de Mercator



Proyección estereográfica de Gall



Foco de proyección imaginado en el infinito
Proyección cilíndrica de igual área

muy deformadas. A éstos se les llama *homolográficos* o de *igual área*. También hay mapas esféricos, que no son ni ortomórficos ni homolográficos, pero que son correctos en todas sus partes.

Las bases de cada mapa son las líneas de latitud (paralelos) y longitud (meridianos), que forman un enrejado imaginario sobre la superficie de la Tierra. Cuando se trasladan a un papel, estas líneas forman un retículo, sobre el que se pueden superponer las masas de la Tierra en su posición correcta.

Para comprender cómo se puede proyectar la superficie de la Tierra sobre el papel, imaginemos un globo hueco hecho de alambres, que representen los meridianos y paralelos, con una hoja de papel apoyada sobre él. Si se coloca una luz dentro del globo, las sombras de los alambres (es decir, de los meridianos y paralelos) aparecerán en el papel. En otras palabras, el retículo aparecerá sobre él. La forma que tomen los meridianos y paralelos dependerá de la posición de la luz y de la forma del papel (puede ser plano o estar curvado en forma de cono o cilindro alrededor del globo). Según esto, habrá diferentes tipos de *proyecciones*.

Uno de los factores que más influyen en la elección de un tipo u otro de proyección es el fin al que se destina el mapa. La navegación, por ejemplo, requiere mapas ortomórficos, mientras que la comparación de la densidad de población exige mapas homolográficos. Además, hay que tener en cuenta otros factores. Algunas proyecciones se adaptan a regiones ecuatoriales, mientras que otras son mejores para regiones de latitud alta. Algunas son muy precisas para pequeñas áreas, pero inútiles para grandes extensiones; otras,

PROYECCIONES CILÍNDRICAS

En las proyecciones cilíndricas el papel se enrolla en forma de cilindro alrededor del globo, proyectándose sobre el papel las líneas de latitud y longitud por medio de una luz colocada en el centro del globo. Se desenrolla después el papel y se superpone el mapa sobre el retículo. Sin embargo, la proyección cilíndrica simple es de poco valor, ya que la escala se va exagerando progresivamente a medida que nos alejamos del ecuador. Más allá de 60° de latitud, la exageración es excesiva.

No obstante, la proyección cilíndrica simple se puede modificar de diferentes maneras. En lugar de colocar el foco en el centro del globo, se pueden proyectar las líneas de latitud y longitud en el papel en ángulos rectos al eje (la línea que une los polos norte y sur - véase figura). Ésta es la proyección cilíndrica de igual área, y es bastante diferente de la proyección cilíndrica simple. La escala se va exagerando progresivamente en dirección este-oeste, a medida que nos separamos del ecuador (ya que las líneas de latitud todas tienen la misma longitud, mientras que los meridianos de la Tierra disminuyen hacia los polos). Sin embargo, esto se compensa, ya que la escala norte-sur disminuye progresivamente a medida que nos separamos del ecuador. Este tipo de proyección produce falsas formas en latitudes altas, mientras que los continentes no sólo se estiran en dirección este-oeste, sino que también se comprimen en dirección norte-sur.

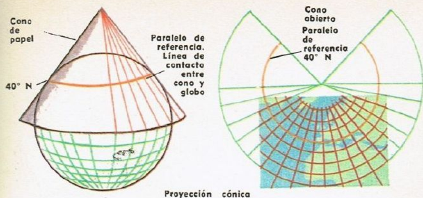
Quizá la proyección cilíndrica mejor conocida, aunque no la más útil, sea la "proyección de Mercator". En ella se dibujan las líneas de latitud a la misma longitud, con el resultado inevitable de un ensanchamiento a altas latitudes. Sin embargo se "ajusta" la distancia para que la escala entre los meridianos (líneas de longitud), en cualquier punto, sea igual a la escala entre los paralelos (líneas de latitud). En otras palabras, el ensanchamiento este-oeste va acompañado de un ensanchamiento norte-sur. Por tanto, la forma de los continentes superpuestos en este retículo es exacta en todas las direcciones. Esto hace a este tipo de proyección especialmente útil para fines de navegación. Las desventajas generales de este mapa se pueden ver haciendo una comparación de Alaska con la India.

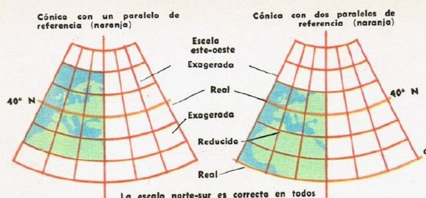
La primera aparece mucho mayor que la segunda; aunque, en realidad, la India es dos veces mayor que Alaska.

En una proyección de Mercator normal la distancia más corta entre dos puntos en la dirección este-oeste es siempre una curva, excepto a lo largo del ecuador (ésta es la única línea de latitud que corresponde a un gran círculo). Pero si el cilindro de papel se mueve alrededor del globo hasta que la línea de contacto toque a los dos puntos, por ejemplo Moscú y Nueva York, la proyección resultante muestra los paralelos curvados y la distancia más corta entre estas dos ciudades es una línea recta. Para hacer que la distancia más corta entre dos puntos sea la línea recta, el cilindro se debe de mover de nuevo hasta que los dos puntos caigan sobre la línea de contacto entre el papel y el globo. El poder dibujar una ruta entre dos puntos en un gran círculo, por medio de una línea recta, es de gran valor en la navegación aérea y marítima. Ésta es la proyección trasversal de Mercator.

Otra modificación es la proyección estereográfica de Gall. En este caso, en lugar de tocar el cilindro de papel al ecuador, corta al globo entre los polos y el ecuador. El retículo se proyecta en él estereográficamente. La exageración a altas latitudes es menor que en la proyección de Mercator, y las escalas son exactas a lo largo de los dos paralelos (45° Norte y Sur).

Pero hay una distorsión extra, ya que la parte del retículo que está dentro del globo se comprime.





aunque no son muy precisas para pequeñas áreas, son apropiadas para un mapamundi.

Las proyecciones *azimutales* o *zenitales*, son aquellas en que la superficie de la Tierra se proyecta sobre un papel plano, cuyo centro es tangente al globo. Si la hoja de papel se coloca horizontalmente, de tal manera que su centro toque el polo norte, las sombras de los paralelos proyectados sobre el papel tomarán la forma de anillos concéntricos, mientras que los meridianos aparecerán como líneas rectas que convergen en el centro. La separación de los paralelos depende de la posición de la luz. Ésta puede estar en el centro del globo, en el extremo opuesto al papel o en una posición teórica del infinito. Por supuesto que el mapa no necesita ser centrado en el polo norte o sur. Puede tocar el ecuador *(proyección obli-ecuatorial)* o cualquier otro punto del globo *(proyección oblicua)*.

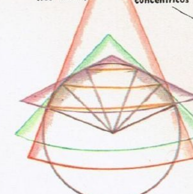
En la *proyección cilíndrica*, el papel se enrolla alrededor del globo en forma de cilindro, proyectándose los meridianos y paralelos por una luz situada en el centro. Se desenrolla después el papel y se superpone un mapa sobre el retículo. Si el papel está en contacto con el globo en el ecuador, los paralelos y meridianos aparecerán como líneas rectas cortándose en ángulos rectos.

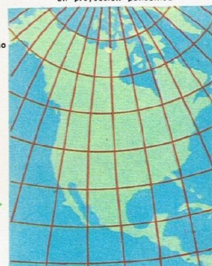
Además, existe la *proyección cónica,* donde el papel, en forma de cono, se apoya sobre el globo (generalmente con el vértice encima de uno de los polos). Cuando se desenrolla el cono, los meridianos aparecen convergiendo hacia el polo, mientras que los paralelos toman la forma de círculos concéntricos.

Cada uno de estos tres tipos de proyecciones básicas se puede modificar de diferentes maneras para disminuir o controlar la distorsión.

La *proyección zenital de igual área* es una modificación de la proyección simple zenital, cuyo fin su mismo nombre lo indica: el área encerrada por los paralelos del mapa es proporcional al área comprendida entre los paralelos del globo. Dos modificaciones bien conocidas de la proyección cilíndrica simple son las proyecciones de Mercator y Gall, mientras que la proyección cónica raramente se usa en su forma simple.

Finalmente, hay ciertas proyecciones que merecen ser tratadas por separado, ya que el retículo se construye de acuerdo con un plan preconcebido, sin ninguna pretensión de proyectar la superficie de la Tierra en un papel plano. En realidad, no son proyecciones en el sentido estricto de la palabra. En este grupo se incluyen no sólo los retículos completamente arbitrarios, sino también las proyecciones que han sido modificadas en su simple forma de perspectiva. Un ejemplo del primer tipo es la conocida proyección de Mollweide, y, como un ejemplo del segundo tipo, la proyección de Bonne (ésta pertenece al grupo cónico). Todas ellas se clasifican como *proyecciones convencionales.*





PROYECCIONES CÓNICAS

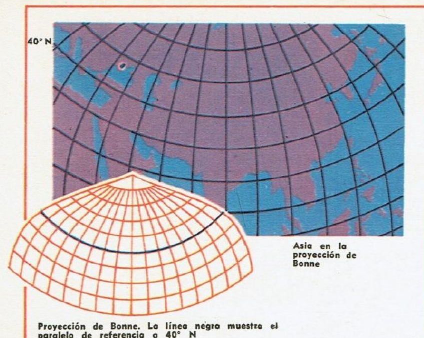
En las proyecciones cónicas el papel en forma de cono se apoya en el globo (frecuentemente con el vértice encima del polo norte). El retículo se proyecta en el papel desde el centro del globo. Cuando se desenrolla el cono, los meridianos convergen hacia el polo, mientras los paralelos toman la forma de arcos de círculos concéntricos. Las distancias este-oeste son sólo exactas mientras el cono toque a la superficie del globo, y a esta línea de latitud se le llama "paralelo de referencia". La exactitud va disminuyendo al norte y sur de esta línea.

La proyección cónica simple se usa raras veces, ya que no es ni ortomórfica ni de igual área. La modificación más corriente es hacer que los paralelos estén separados correctamente. Se dibuja el paralelo de referencia con el radio correcto y se coloca el meridiano central sobre él. Los demás meridianos se dibujan a distancias uniformes, para que corten al paralelo de referencia en ángulo recto. Se divide el meridiano central correctamente, según el espaciado de las líneas de latitud. De nuevo aquéllos toman la forma de arcos de círculos concéntricos.

En otra proyección cónica modificada, se dibujan "dos" paralelos de referencia a la separación correcta, siendo entonces la proyección igual que en el tipo de un solo paralelo de referencia. Esta proyección tiene la ventaja de que las distancias este-oeste son correctas a lo largo de las dos líneas de latitud, mientras que las distancias norte-sur son correctas en cualquier dirección, como en el caso de todas las proyecciones cónicas sin perspectiva. La escala de los paralelos se reduce entre los dos paralelos de referencia (es decir, las distancias este-oeste se comprimen) mientras que fuera de ellos se exagera. Es una buena proyección para un área que tenga una gran extensión este-oeste, pero pequeña extensión norte-sur, ya que ninguna parte de tal mapa está demasiado lejos del paralelo de referencia.

Un desarrollo natural de estas modificaciones es la proyección policónica, en la que cada línea de latitud se dibuja como un paralelo de referencia. En otras palabras, cada una se dibuja como si fuera la línea de contacto entre un cono y el globo. Por tanto, cada línea de latitud tiene un centro diferente y ya no resulta paralela a las demás, aunque cada una tenga la separación exacta a lo largo del meridiano central y esté dibujada a escala correcta. Los demás meridianos se insertan de modo que estén correctamente separados a lo largo de cada paralelo. Como consecuencia, las líneas que representan los meridianos aparecen ligeramente curvadas.

La proyección policónica da una representación excelente a lo largo del meridiano central, donde la escala norte-sur es exacta, y se usa más corrientemente cuando se emplea en tiras, cada una de las cuales tiene su propio meridiano central. La proyección policónica (con ligeras modificaciones) forma la base del Mapa Internacional.



Asia en la proyección de Bonne

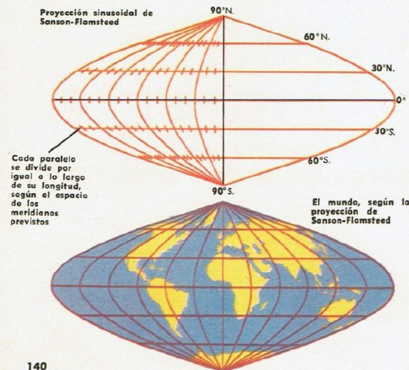
Proyección de Bonne. La línea negra muestre el paralelo de referencia a 40° N

PROYECCIÓN DE BONNE

Se dibuja un paralelo de referencia, como en la proyección cónica simple. Los demás paralelos se dibujan como arcos de círculos concéntricos, a escala y separación correcta. Los paralelos se dividen, igualmente, a lo largo de su longitud, según el espacio de los meridianos. Ésta es la proyección de igual área más ampliamente usada.

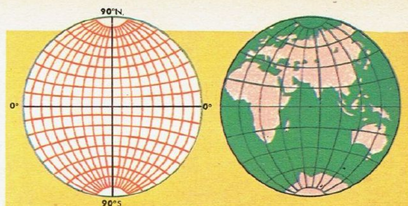
PROYECCIÓN DE SANSON-FLAMSTEED (SINUSOIDAL)

El ecuador se dibuja de doble longitud que el meridiano central y cortándolo en ángulo recto. Los demás paralelos se dibujan a escala y separación correctas (la longitud de cada uno de ellos es igual a la del meridiano de la Tierra en la latitud de la escala). Se divide correctamente cada paralelo, según el espaciado de los meridianos seleccionados, que se dibujan entonces. La forma tomada por los meridianos es de una clase especial conocida como sinusoide (de aquí el nombre de la proyección).
Ésta es una proyección homolográfica de igual área, aunque las formas aparecen un poco distorsionadas diagonalmente, a medida que nos alejamos del ecuador. Da una buena representación de áreas grandes, tales como África o Sud América, pero no de países como Nueva Zelandia, o del globo en su conjunto.



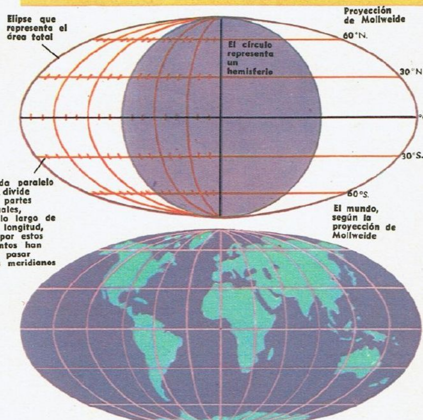
Proyección sinusoidal de Sanson-Flamsteed

El mundo, según la proyección de Sanson-Flamsteed



PROYECCIÓN GLOBULAR

Éste es un retículo extraordinariamente arbitrario, muy fácil de construir. Se dibuja un círculo que representa un hemisferio. Se divide en partes iguales el diámetro ecuatorial para el espaciado de los meridianos y, análogamente, se hace el diámetro vertical para el espaciado de los paralelos. La etapa siguiente es dividir la circunferencia en grados (0-90° en cada cuadrante o cuarta parte del círculo). Lo restante consiste en dibujar en los meridianos y paralelos arcos de círculo que pasen por los puntos apropiados. Esta proyección se usa, a veces, en mapas del mundo en hemisferios.



Proyección de Mollweide

El mundo, según la proyección de Mollweide

PROYECCIÓN DE MOLLWEIDE

El ecuador se dibuja a doble escala que la del meridiano central, cortándose entre sí en ángulo recto.
La etapa siguiente es dibujar una elipse con su eje mayor en el ecuador y el menor en el meridiano central. Se insertan después los otros paralelos, cuya separación se deduce a partir de un complicado cálculo matemático (en realidad, la distancia de cada uno de ellos al ecuador se da en tablas). Se divide cada paralelo por igual en toda su longitud y se dibujan los restantes meridianos en forma de elipses, que pasan a través de los puntos apropiados. Es evidente que los meridianos este-oeste de 90° forman un círculo que es equivalente a un hemisferio.
También es ésta una proyección de igual área, aunque la representación de la forma se conserva mejor que en la proyección de Sanson-Flamsteed (sin embargo, aún hay gran distorsión donde la inserción de las líneas de latitud y longitud es oblicua).

FABRIL 3-7-64



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

EL MECANISMO ANIMAL DE DEFENSA EN LA ASFIXIA

La respiración y los latidos del corazón son indicios de vida en los animales superiores. Indican que el proceso central del metabolismo animal, esto es, que el intercambio respiratorio de gases que lleva oxígeno a los tejidos y separa de éstos el anhídrido carbónico, está en marcha. Pocas cosas existen más peligrosas para la vida que una interrupción de la respiración o de la circulación. No todos los tejidos de un animal necesitan que se les suministre continuamente oxígeno, ya que existen muchas partes del cuerpo que muestran una gran tolerancia a la asfixia. Los tejidos de un brazo o de una pierna pueden, por ejemplo, ser aislados mediante un torniquete durante más de una hora sin que sufran ningún daño apreciable. El riñón sobrevive sin circulación durante un período similar de tiempo. El corazón y el cerebro, sin embargo, son extraordinariamente sensibles a la asfixia, bastando unos pocos minutos para que un ser humano pierda la vida.

Los perros, los gatos o los conejos, se ahogan en unos pocos minutos. Los patos, sin embargo, pueden aguantar inmersiones que duren de 10 a 20 minutos, una foca resiste más de 20 minutos, y algunas especies de cetáceos pueden estar sumergidos durante una o dos horas.

La explicación más simple de este fenómeno sería la de que los animales "buceadores" tienen una capacidad de almacenamiento de oxígeno suficiente para permanecer desarrollando el mismo proceso metabólico en el seno del agua. Muchas de estas especies tienen un gran volumen de sangre y pigmentos que retienen oxígeno: hemoglobina en la sangre, y mioglobina en los músculos.

Sus pulmones, sin embargo, no son anormalmente grandes. Su capacidad total de almacenar oxígeno es apenas dos veces mayor que la de los animales corrientes, por lo que estos hechos no pueden dar cuenta de su mayor capacidad para permanecer sumergidos.

Estudios realizados sobre un gran número de animales (incluidos los pescadores humanos de perlas del norte de Australia), por P. F. Sholander y colaboradores, ha contribuido grandemente a esclarecer el mecanismo que los buceadores ponen en marcha en sus inmersiones. Para ello fue preciso, como decimos, realizar una serie de experimentos con diversos animales, en el laboratorio, donde provistos de los aparatos de registro adecuados, se pudieron estudiar con detalle los distintos procesos fisiológicos que tienen lugar antes, durante y después de la inmersión.

Las focas son los animales óptimos para realizar este tipo de experiencia, ya que son fácilmente domesticables y realizan de buen grado cuantos ejercicios les son propuestos. De este modo, fue posible confirmar una teoría formulada a principios de siglo que sugería que estos animales oponían a los efectos de la inmersión un proceso de adaptación circulatoria. En las inmersiones se produce una braquicardia, o espaciamiento del ritmo cardíaco. Cuando se sumerge el morro de una foca, los latidos de su corazón se reducen en número hasta un 10 %, aproximadamente, del ritmo normal. Este hecho ocurre muy rápidamente, indicando que se produce por una acción refleja, antes de que pueda ser provocado por algún cambio metabólico. El comienzo de la braquicardia está influido también por factores psicológicos. Puede ser inducido por otros muchos estímulos, aparte de la propia inmersión, como, por ejemplo, una palmada brusca, o un movimiento de amenaza por parte del investigador, cuando la foca se encuentra totalmente fuera del agua. Inversamente, no aparece braquicardia en una foca sumergida si ella sabe que puede sacar su cabeza fuera del agua y respirar cuando se le plazca.

En inmersiones largas, el espaciamiento del ritmo cardíaco es siempre muy pronunciado, y es tan firme que se mantiene constante aun cuando la foca aumente mucho su actividad física, circunstancia que normalmente provoca una aceleración del ritmo cardíaco.

Como resultado de estas observaciones, ha sido posible estudiar el mecanismo de defensa que los animales oponen a la asfixia: un espaciamiento del ritmo cardíaco y la puesta en marcha de un mecanismo circulatorio de adaptación por el que se produce una redistribución del suministro de sangre dirigida a concentrar el oxígeno disponible en los órganos que más lo necesitan: el corazón y el cerebro.

PURIFICACIÓN DE SUSTANCIAS POR EL MÉTODO DE FUSIÓN POR ZONAS

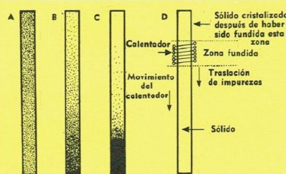
Esta moderna técnica de purificación fue empleada por primera vez hace 12 años para preparar germanio muy puro para transistores. El dispositivo experimental es relativamente simple, ya que consiste únicamente en una columna cilíndrica donde se introduce el material a purificar y un dispositivo de calentamiento capaz de fundir la sustancia en estudio y de desplazarse a lo largo de la columna a una velocidad determinada.

Así se encontró que las impurezas tienden a ser arrastradas con la zona fundida. Repitiendo el proceso una serie de veces se puede alcanzar un alto grado de purificación: en algunos experimentos la concentración de impurezas en zonas elegidas de la columna se redujo a una parte en 10^9.

Esta técnica, originalmente desarrollada para la fabricación de transistores, ha sido empleada desde entonces con gran número de metales y compuestos orgánicos e inorgánicos.

El fundamento físico de este proceso no es sencillo, ya que para ello es necesario conocer con detalle los diagramas de equilibrio sólido-líquido para la mezcla en particular. No obstante, podemos decir que este método se basa fundamentalmente en que al enfriar una mezcla líquida, el sólido que cristaliza tiene, generalmente, una composición diferente a la del líquido primitivo.

Este proceso por lo general se aplica a sólidos que son ya bastante puros y en estos casos la composición del sólido que cristaliza después de fundido se hace aún más rica en el compuesto que forma fundamentalmente la mezcla. Con ello se consigue una progresiva eliminación de impurezas que son arrastradas, como antes hemos apuntado, por la zona líquida. La purificación por el método de fusión por zonas se utiliza mucho actualmente como operación preliminar en la obtención de monocristales. El agua ha sido purificada por este procedimiento, habiéndose conseguido eliminar, en una sola pasada, el 99,9 % del cloruro sódico de una solución que contenía 20 g. por litro. El antraceno y el estilbeno han sido purificados por este método antes de ser utilizados en contadores de centellar. La posibilidad de trabajar con pequeñas cantidades ha facilitado la purificación de sustancias biológicas. En resumen: este nuevo método de purificación cuya eficacia es, en general, mayor que el de la destilación, se está imponiendo como método de rutina cuando se requieren compuestos de elevado grado de pureza.





CORREO DE LECTORES

DETALLES SOBRE LA SÍNTESIS DE LA INSULINA

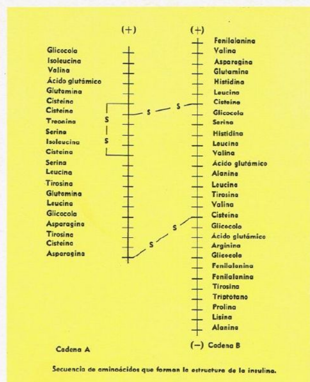
AÍDA. — Me consideraría muy complacida si ampliaran el artículo "Insulina sintética" publicado en TECNIRAMA, en la sección "Noticias de Hoy".

La insulina es una molécula proteínica compuesta de 51 unidades de aminoácidos. Su síntesis se consiguió en la Universidad de Pittsburg, por los investigadores Panayotis Katsoyamis, Tometsko y Fukuda. Con esta síntesis se elevan a 51 las unidades de aminoácido que se han logrado unir en una molécula proteínica sintética. El record anterior fue establecido en 1962 al ser sintetizada la hormona ACTH, que incorporaba 39 unidades. La molécula de insulina (véase la figura), está formada por una cadena "A" de 21 aminoácidos y otra "B", compuesta de 30. Las cadenas "A" y "B" están unidas en dos puntos por parejas de átomos de azufre. Una pareja más de átomos de azufre forma un enlace secundario entre dos segmentos de la cadena "A". Hace poco, los investigadores de Pittsburg acertaron a unir los aminoácidos apropiados en la secuencia adecuada para formar la cadena "A". Posterior-



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA,** a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.



Secuencia de aminoácidos que forman la estructura de la insulina.

mente, obtuvieron una preparación sintética que contenía la cadena "B" en pequeña concentración. Cuando esta porción fue unida a la cadena "A" (sintética o natural), la insulina obtenida mostró una ligera, pero definida acción biológica. Se espera que cuando la fracción "B" pueda ser obtenida más pura en mayores cantidades, se incremente también su actividad biológica. Las cadenas "A" y "B" sintetizadas por los investigadores de Pittsburg, parecen tener la misma secuencia de aminoácidos que la insulina ovina.

POTENCIALES DE OXIDACIÓN-REDUCCIÓN

J. H. ORTIZ. — Desearía conocer el fundamento del proceso de determinación de potenciales de oxidación-reducción y, particularmente, cómo se interpretan las medidas obtenidas con el galvanómetro.

El potencial de oxidación-reducción de una reacción se mide formando una pila, uno de cuyos electrodos es el normal de referencia, el de calomelanos, por ejemplo, mientras que el otro está formado por las sustancias participantes en la reacción cuyo potencial se quiere medir, en proporciones adecuadas. La fuerza electromotriz (f.e.m.) de la pila resultante se compara en el potenciómetro con la f.e.m. de una pila patrón. El potenciómetro es el aparato cuyo esquema puede verse en la figura, y consta esencialmente de una batería o acumulador, un galvanómetro G y una resistencia RR' por la que puede deslizarse un cursor X. Puede demostrarse fácilmente, que, corriendo el cursor X hasta que no se obtenga deflexión alguna en el galvanómetro G, las fuerzas electromotrices de las dos pilas están en la relación:

$$\frac{Ex}{E} = \frac{Rx}{RR'}$$

E — R — X — R' — G — Ex

Si la resistencia R es homogénea, basta medir las longitudes Rx y RR' para deducir Ex, ya que E puede haber sido previamente hallada utilizando una pila patrón en lugar de la pila incógnita.

Y PARA CONCLUIR...

EL CABALLITO DE MAR

El simpático caballito de mar presenta rasgos curiosos, en comparación con otros animales: su cabeza tiene la misma forma que la del caballo, posee una bolsa semejante a la de los canguros, un esqueleto exterior como el de los insectos, y sus ojos se mueven independientemente uno de otro, a semejanza de los camaleones. Este habitante de los mares cálidos y tropicales se mueve dentro del agua en posición vertical. Utilizando sus pequeñas aletas pectorales, avanza firmemente en el seno del agua con pequeños saltos. Su cuerpo va encerrado en una armadura de anillos óseos, y su cola mide más de la mitad de su cuerpo. Los caballitos de mar se alimentan de animalitos marinos, a los que persiguen obstinadamente hasta que los apresan con sus mandíbulas desdentadas. Su tamaño es variable: miden, generalmente, entre dos y treinta centímetros. Es un pez cordial y no tiene prácticamente enemigos. Uno de sus ritos más interesantes es la danza nupcial que efectúa, generalmente, en otoño. El macho y la hembra, con sus colas enlazadas, inician una graciosa danza que finaliza en su unión. La hembra pone sus huevos en la bolsa incubadora del macho, y éste los conserva allí, hasta que los nuevos individuos están desarrollados para cuidarse solos.

ÁTOMOS Y MOLÉCULAS

Hasta la aparición de los trabajos de Antoine Lavoisier, la química estaba totalmente dominada por la teoría del flogisto. Los experimentos de Lavoisier transformaron la alquimia en química: una ciencia cuantitativa. John Dalton, en su "Nuevo sistema de la filosofía química" (1808), estableció la "Ley de las proporciones definidas" y la "Ley de las proporciones múltiples". Dalton pensó que los átomos de cada elemento tenían un peso atómico característico y que los átomos formaban las unidades que entraban a tomar parte en las reacciones químicas. Pero Dalton no disponía de un método inequívoco de asignar pesos atómicos, y supuso erróneamente que los compuestos más sencillos que pueden formar dos elementos estaban constituidos de dos átomos, uno de cada elemento. En este sistema, la fórmula del agua se escribirá HO y la del amoníaco NH. En esa época, Gay-Lussac enunció su ley, en la que se estableció que los volúmenes de las sustancias que forman parte de una reacción y la de los productos resultantes, siempre que todos ellos sean gaseosos, están en la relación de los números enteros y sencillos. Hasta 1860, sin embargo, no se aclararon totalmente los conceptos de átomo y molécula, a pesar de que la ley que condujo a ello había sido anunciada por Avogadro en 1811. Esta ley, que decía que a igualdad de temperatura y presión, un mismo volumen de cualquier gas contenía el mismo número de moléculas, deshizo los errores aceptados hasta esa época, al establecer que una molécula podía estar formada por átomos iguales. Los trabajos de Avogadro fueron injustamente olvidados hasta la conferencia de Karlsruhe en 1860. La razón de este desprecio fue la creencia, profundamente enraizada en las mentes más significativas de la época, de que las combinaciones químicas ocurrían en virtud de una cierta afinidad entre elementos distintos. Con los descubrimientos de Volta y Galvani, esta afinidad fue asignada a atracciones de tipo eléctrico. La idea de que dos átomos de hidrógeno pudieran combinarse para formar una molécula H_2 repugnaba a los químicos de principios del siglo XIX.

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	30.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	3.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos	1.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4.—
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,25

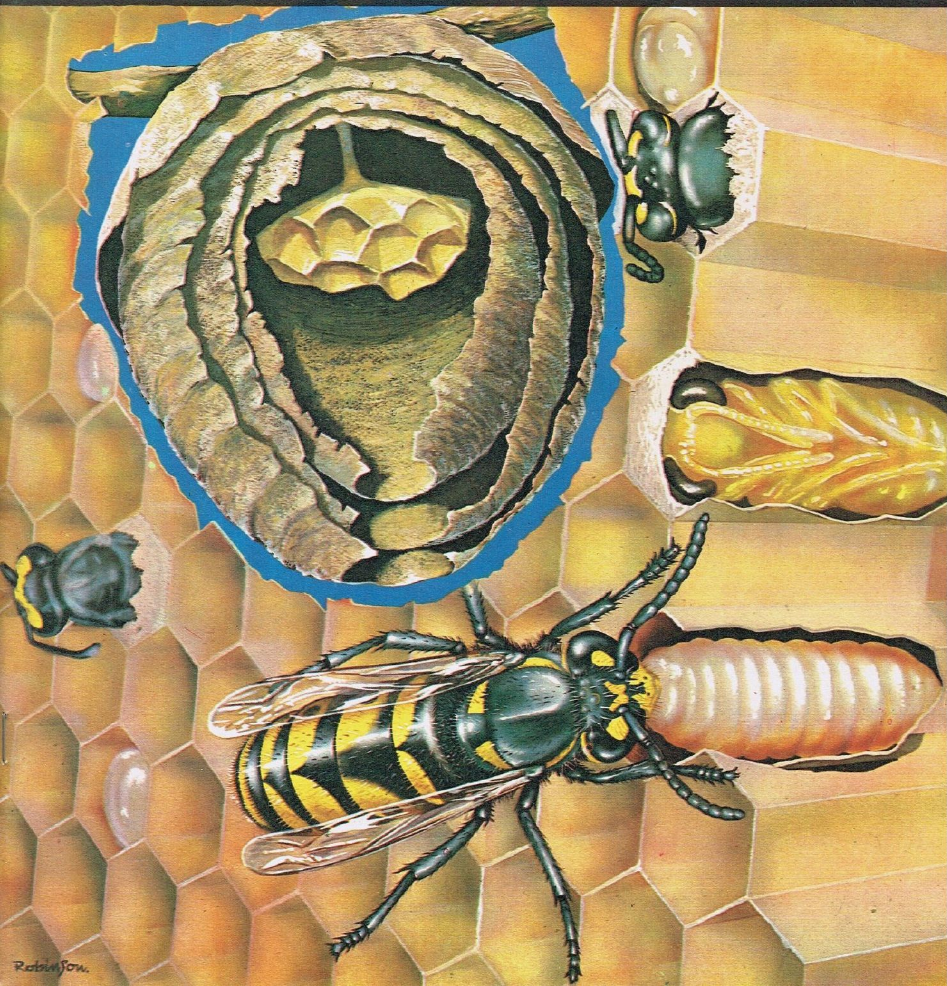
Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 31 de agosto de 1964

N° 47

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



SUPERVISOR CIENTÍFICO DE LA VERSIÓN CASTELLANA:
Jesús MORCILLO RUBIO, doctor en ciencias y catedrático de la Universidad de Madrid.

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: William ALLAN (Escuela de Tecnología, Colegio Estatal de Nueva York), sistema de encendido. Prof. Horace A. BARKER (Dpto. de Biología, Universid. Harvard), sociedades de insectos. Prof. Burris B. CUNNINGHAM (Lab. Química y Radiaciones, Universidad de California), compuestos de sodio. C. F. CURTISS (Prof. Química, Universidad de Wisconsin), el polietileno. Don W. FAWCETT (Prof. Escuela de Medicina de Harvard), fisioterapia. P. FLEURY (Dir. Inst. óptica Aplicada, París), difracción. Harold L. FRIEDMAN (Químico invest., Machines Research Center), el polietileno. J. FUSET TUBIÁ (Profesor de la Universidad de Barcelona), sociedades de insectos. Ralph W. GERARD (Doctor en Medicina), fisioterapia. A. Carl LEOPOLD (Prof. Fisiología y Botánica, Univers. de Purdue), de la flor al fruto. André RICCI (Licenciado en Física), fluidos en movimiento. Emile THELLIER (Dr. en Ciencias, París), magnetismo. Jean TERRIEN (Doctor en ciencias y en física, París), difracción. Dubley WILLIAMS (Prof. de Física, Universidad Ohio), fluidos en movimiento.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada uno, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO I
TOMO IV
Nº 47

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: **ARGENTINA:** Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana, Carrera 7ª Nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S.A., Santo Domingo 1175, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela DC. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. Responsable Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S.A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** C. A. Venezolana de Publicaciones, Principal a Santa Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:
COMUNIDADES DE INSECTOS. — Aspecto parcial de las celdillas de un panal de abejas. En él se pueden observar formas correspondientes a las distintas etapas de metamorfosis de estos insectos. (En el centro) Panal de avispas, construido con fibras celulósicas.



Correo Argentino Central B	TARIFA REDUCIDA
	CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Microbiblioteca. — En la Feria Internacional de Nueva York, la National Cash Register Company ha presentado un nuevo sistema de miniaturización informativa, por el que es posible condensar el contenido de un libro en una tarjeta de plástico trasparente de 5 cm. de lado. La versión de la Biblia está contenida en una de estas tarjetas, en la que aparecían 1.240 pequeños rectángulos apenas visibles. Con un microscopio, podían leerse las páginas de la Biblia contenidas en cada uno de estos minúsculos rectángulos.
Esta nueva técnica fotográfica no utiliza la luz visible, por lo que la sustancia sensible empleada no es la clásica emulsión de haluros de plata. En su lugar, se utilizó una capa de un colorante que tiene la propiedad de oscurecerse rápidamente con la luz ultravioleta.
Las imágenes de las páginas de la Biblia obtenidas con esta luz, fueron reducidas y enfocadas por medio de lentes especiales sobre el colorante que cubría cada uno de estos pequeños rectángulos, obteniéndose fotografías de las páginas originales. Para leer estas tarjetas-microfilm, se utiliza un aparato similar a un microscopio, o simplemente se va proyectando cada rectángulo sobre una pantalla de un tamaño similar a una página de libro. Con este sistema es posible conseguir una extraordinaria reducción de espacio en bibliotecas y archivos. Toda la información de la Biblioteca del Congreso de los EE. UU., por ejemplo, podría estar contenida en un archivo normal.

¿Agua en el espacio interestelar? — Enfocando un radiotelescopio hacia una fuente conocida, emisora de radiofrecuencias, investigadores del Massachusetts Institute of Technology, detectaron una banda de absorción de radiofrecuencias, que sólo puede ser debida a la presencia del radical oxhidrilo (— OH). Si se confirma su existencia, los especialistas no excluyen la posibilidad de que un átomo de hidrógeno viniera a juntarse con este radical para formar una molécula de agua. Ésta es la primera vez que se detectan, por esta técnica, elementos combinados y que se señala la posibilidad de la existencia de agua en el espacio interestelar.



NOTICIAS DE MAÑANA

Hacia un aprovechamiento más directo de la energía de un reactor nuclear. — El proceso de producción de energía eléctrica en un reactor nuclear se desarrolla según el siguiente esquema: En la cinética de la fisión del uranio hay una producción de calor, que es trasportado a un cambiador de calor, donde el líquido refrigerante lo cede a una corriente de agua que se trasforma en vapor. Éste acciona una turbina, la cual pone en marcha un alternador o generador. En todas las etapas de este proceso se producen numerosas pérdidas, y el rendimiento es bastante bajo. La solución que se impone es clara: suprimir las etapas intermedias y estudiar sistemáticamente la conversión directa de la energía calorífica, producida en la fisión, en electricidad. Los procedimientos más prometedores son los derivados de la utilización de gases ionizados. Un gas puede ser ionizado por efecto del calor, por la luz, o por los productos de fisión. El problema esencial es el de separar las cargas eléctricas, una vez que el gas ha sido ionizado. Las investigaciones que actualmente se realizan siguen cuatro caminos:
Conversión magneto-hidrodinámica. Por este proceso se ionizan los gases calentándolos tanto como sea posible en una zona sometida a un intensísimo campo magnético trasversal, que separa las cargas positivas y negativas, las cuales son recogidas por electrodos convenientemente dispuestos.
Conversión mediante el efecto termoeléctrico. En este procedimiento se utilizan los semiconductores como material base, lo que permite obtener un 6-10 % de rendimiento a partir de diferencias de temperatura de 600-1.000°.
El efecto Klein. Es una variante del efecto termoeléctrico. Produce una corriente eléctrica con diferencias de temperatura de sólo 200°C.
El efecto termoiónico. En este procedimiento, quizá el mejor, una placa caliente (2.000°C) emite electrones, que son recogidos por una placa fría. La corriente obtenida es pequeña, porque los electrones se frenan unos a otros, y porque la emisión electrónica a esa temperatura es baja. El cesio se utiliza para superar este inconveniente, ya que al vaporizarse produce cargas eléctricas positivas, y al absorberse aumenta su emisión electrónica.

SOCIEDADES DE INSECTOS



Abeja obrera, atendiendo a las larvas en las celdillas del panal.

La mayor parte de los insectos llevan una vida *solitaria* o individual. Si se exceptúa un breve período de cortejo y de apareamiento, no existe contacto entre ellos. Los huevos se abandonan una vez puestos, y los padres rara vez sobreviven para ver su descendencia. Los jóvenes deben arreglárselas por sí mismos, buscando su propia comida y alojamiento.

Esto es muy distinto de lo que ocurre en una colmena, en que la madre tiene una vida muy larga y da una numerosa descendencia, que trabaja en conjunto para el bien de la comunidad. La abeja es un insecto *social*. Este término se usa para designar los insectos que viven juntos —padres y su descendencia— en un mismo nido, y cooperan en el buen funcionamiento de la comunidad.

Si aceptamos esta definición, sólo encontramos insectos sociales en dos de los veintinueve órdenes de insectos: los *isópteros*, que comprenden los termes, y los *himenópteros*, que agrupan a las abejas, las avispas y las hormigas.

Como en otros animales (por ejemplo, pájaros y mamíferos), la familia es la base de la comunidad. Algunos insectos pueden reunirse, a veces, en gran número.

Las moscas de agua y algunos mosquitos forman enjambres antes del apareamiento. Muchas mariposas emigran en gran número, y lo mismo hacen las langostas. Los pulgones pueden aparecer, a veces, densamente agrupados sobre las plantas; pero en ninguno de estos casos hay pruebas de que exista una cooperación entre los individuos. No hay razón para suponer que esas costumbres gregarias tengan algo que ver con el desarrollo de la verdadera vida social de los insectos.

La tijereta común muestra ciertos síntomas de cariño materno. La hembra deposita los huevos en una cavidad poco profunda, y los guarda. Las ninfas jóvenes permanecen con la madre durante algunos días, pero no cooperan en la alimentación.

El comportamiento social, probablemente, tuvo su origen en una asociación de este tipo. Muchas de las avispas y abejas solitarias muestran niveles de comportamiento muy similares a aquellos por los que deben haber pasado los verdaderos insectos sociales. Estos insectos viven solitarios cuando son adultos, pero sus costumbres durante la nidificación justifican que se les incluya entre los insectos *subsociales*. Las abejas y avispas solitarias se diferencian fundamentalmente: las avispas alimentan a sus crías con productos animales, como, por ejemplo, orugas; mientras que la alimentación de las abejas es vegetal: polen y néctar. La abeja solitaria, *Prosopis*, es muy parecida a una avispa. Tiene una proboscis (trompa) sencilla, su cuerpo casi carece de pelo y no tiene aparato para recoger el polen. Es, por lo tanto, probable que las abejas se desarrollasen a partir de insectos parecidos a las avispas, y que comenzasen a recoger polen para sus crías. Los adultos se alimentan de vegetales.

La hembra de *Prosopis*, después del apareamiento, busca un tronco de caña a propósito y construye pequeñas celdillas en su interior. A medida que acaba una celdilla, la abeja regurgita en ella una pequeña cantidad de una mezcla de polen y néctar, y pone allí un huevo. Entonces cierra la celdilla y procede a hacer otra nueva. Sólo construye media docena de celdillas, aproximadamente, y la abeja muere antes de que los huevos produzcan nuevos seres. Las larvas se alimentan de la comida que encuentran en la celdilla, y después de un período de desarrollo salen volando para aparearse. Los machos no viven mucho tiempo después del apareamiento.

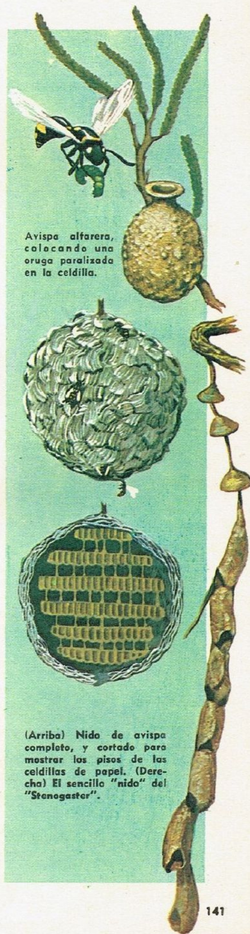
La avispa alfarera, *Eumenes*, está en un nivel parecido al de la *Prosopis*. Construye con tierra pequeñas celdillas en forma de cántaro, y las aprovisiona con orugas antes de poner los huevos y cerrarlas.

La pequeña abeja *Halictus quadricinctus* hace una diminuta madriguera en el suelo y construye algunas cámaras, en cada una de las cuales pone un huevo. Las larvas que nacen son alimentadas regularmente por la madre. Este comportamiento se conoce con el nombre de *aprovisionamiento progresivo*, en vez del *aprovisionamiento masivo* de la *Prosopis*. Cuando las larvas han crecido completamente, el adulto cierra las celdillas y muere antes de que aparezcan las jóvenes abejas.

Una avispa del género *Stenogaster* tiene costumbres parecidas, excepto que el adulto sobrevive hasta que la descendencia sale de las celdillas. Conviven un cierto



Nido de abejorro. El insecto lo está construyendo en la vieja madriguera de un ratón.



Avispa alfarera, colocando una oruga paralizada en la celdilla.

(Arriba) Nido de avispa completo, y cortado para mostrar los pisos de las celdillas de papel. (Derecha) El sencillo "nido" del "Stenogaster".

Hormigas "pastoreando" sus afídidos. Algunas especies incluso guardan los afídidos en el hormiguero y proporcionan un jugo azucarado a las hormigas, cuando los "acarician".

tiempo en el nido (que es generalmente un grupo de celdillas colgantes), pero no cooperan.

Un paso más hacia la vida social es el mostrado por las abejas del género *Allodape*. Los huevos son depositados en un tallo hueco y reciben el alimento masivamente, o por aprovisionamiento progresivo. Cuando las hembras jóvenes salen al exterior, permanecen en el nido y ayudan a alimentar a las larvas más pequeñas durante algún tiempo, antes de volar para el apareamiento.

La abeja *Halictus malachurus* tiene una organización todavía mayor. En primavera, las hembras construyen pequeñas madrigueras y hacen celdillas que aprovisionan masivamente con miel, cerrándolas después de poner un huevo. La primera descendencia que aparece está toda compuesta de hembras, pero éstas no son idénticas a su madre. En realidad son abejas *obreras*. En vez de marcharse del nido, se dedican a hacer más celdillas y a recoger polen y néctar. La primera madre, o *reina*, deja de salir y se encierra para poner huevos en las celdillas fabricadas por las obreras. Éste es un caso de verdadera cooperación y de vida social. En el verano, los machos y las hembras normales (que no son obreras) aparecen y se aparean. Siguen frecuentando el nido, pero no trabajan. Sólo las nuevas reinas sobreviven en invierno y comienza de nuevo el ciclo en primavera.

Los abejorros y las avispas sociales tienen nidos mucho más grandes que las *Halictus malachurus*. Las obreras son más pequeñas que las reinas, y distintas fisiológicamente. Los abejorros almacenan polen y miel, en previsión de que haga mal tiempo, y no dan directamente a las larvas todo el alimento recogido. En Europa sus colonias son solamente anuales, pero en los trópicos pueden durar varios años, como las de las verdaderas abejas de la miel. La reina de los abejorros y de las avispas pasa el invierno semialetargada y comienza a construir en primavera. Las abejas hacen sus nidos en viejas madrigueras de ratón, etcétera, y construyen sus celdillas con cera.

Las avispas usan distintos sitios para la construcción del nido, y hacen las paredes con pulpa de madera raspada de troncos muertos y otros materiales celulósicos. La avispa más común en el centro y norte de Europa construye un nido subterráneo. Las primeras celdas están alrededor de una raíz, u objeto similar, y en ellas van poniendo los huevos. Poco a poco se van añadiendo más celdillas, hasta que se forma una estructura en forma de sombrilla. Las celdillas se abren por la parte de abajo. En la base añaden otra fila de celdillas. Un nido completo, cubierto con el "papel" fabricado por las avispas, puede tener ocho filas de celdillas. Durante mucho tiempo, toda la descendencia producida es femenina, obreras que siguen construyendo el nido, dejando a la reina la ocupación de poner los huevos. Hacia el final del verano aparecen machos y reinas, pero sólo las reinas apareadas sobreviven al invierno.

Las abejas típicas de la miel están más adelantadas que los abejorros y las avispas. Hay grandes diferencias entre las tres formas: reinas, obreras y machos (*zánganos*). Las colonias nuevas las origina no una reina sola, sino una reina junto con un *enjambre* de obreras, que abandonan la colonia paterna y se establecen en otra parte. Los árboles huecos son sitios apropiados para ello. La reina no participa en la construcción de celdas ni en la recolección de alimento, siendo una especie de máquina de poner huevos. No tiene peines para recoger polen, ni otras estructuras para el aprovisionamiento o la construcción.

Las larvas, que están en las celdillas del panal, son alimentadas por las obreras. Hay un cierto grado de división de trabajo entre las obreras. Las obreras más jóvenes se ocupan, normalmente, del cuidado de las larvas, y no van a buscar polen hasta ser más adultas. También realizan otros trabajos "domésticos", como la construcción de los panales y la limpieza. De vez en cuando se construyen celdas grandes, en las que se alimenta a las larvas con una comida especial. Éstas, al desarrollarse, dan nuevas reinas. Cuando se junta el enjambre, es la reina *vieja* la que abandona la colmena. Las nuevas libran una batalla campal para tomar la dirección del nido. Una colonia "adulta" consta de 60.000 o más obreras. Los zánganos sólo aparecen, normalmente, en verano. Las generaciones de primavera y de otoño sólo son de obreras.

En las sociedades de insectos que se han descrito hasta ahora, las hembras desempeñan el papel principal. Lo mismo ocurre en el caso de las hormigas. Todas las hormigas son sociales y constituyen un grupo de insectos eficazmente adaptados. Algunas especies no hacen un nido permanente, sino que se desplazan de un sitio a otro en busca de alimento animal. Las especies que construyen nidos suelen hacerlos subterráneos. Los nidos de hormigas contienen muchos más individuos que los de las abejas o de las avispas. No existen celdas, y los jóvenes se crían en distintas partes del nido. Hay hormigas carnívoras y vegetarianas. Algunas llegan a criar *afídidos* (pulgones) en el hormiguero, y se alimentan de las secreciones azucaradas de éstos.

La división de trabajo está todavía más marcada en las hormigas que en las abejas. En algunas especies hay varias clases de obreras, adaptada cada una a una función especial. El soldado, por ejemplo, tiene una cabeza muy grande con fuertes mandíbulas, defendiendo la colonia contra los invasores. Los enjambres nupciales de las hormigas son acontecimientos anuales que dan lugar a comentarios. Los machos y las hembras fértiles (reinas) son alados y salen en gran número, y al mismo tiempo, de los hormigueros. Después del apareamiento, los machos mueren, y las hembras, luego de perder sus alas, hacen el nido.

La trasferencia de comida entre los adultos parece desempeñar un papel importante en el mantenimiento de la unidad de la colonia. Las larvas de avispa también hacen pasar jugos salivares a los adultos que las alimentan, lo que puede tener una función análoga.



LOS TERMES

El orden de los isópteros es primitivo, y está muy alejado del de las abejas y las avispas. Sin embargo, los termes viven en comunidades muy bien organizadas. Son frecuentes en los trópicos, y dos especies se extienden por Europa. Los termes se alimentan de celulosa, y son una plaga muy importante de la madera de construcción. Hacen los nidos en los árboles, o subterráneos, a veces abriendo inmensas bocas en la superficie. Las partículas del suelo son mezcladas con saliva y se endurecen, produciendo masas de consistencia similar al cemento.

Los termes se diferencian de otros insectos sociales en que los machos y las hembras son igualmente importantes. Cada pareja, después del "vuelo nupcial", forma una colonia. Ambos viven juntos en una "cámara real" especial y son alimentados por los obreros. La reina es algo más que una máquina de poner huevos, y, a diferencia de otros insectos sociales, se aparea varias veces durante su vida. Hay otras formas fértiles, en la colonia, que pueden producir obreros, pero no reyes ni reinas. Los obreros y los soldados son de los dos sexos, y se ocupan de la construcción y de la defensa del nido, así como de la recolección de alimentos. Hacen túneles que llevan desde el nido a los sitios de cosecha de alimento, situados a veces a gran distancia. Es notable el que los termes se parezcan tanto a las hormigas en su género de vida, cuando se considera lo poco emparentados que están. El nombre de "hormigas blancas", que a veces reciben, refleja esta semejanza.



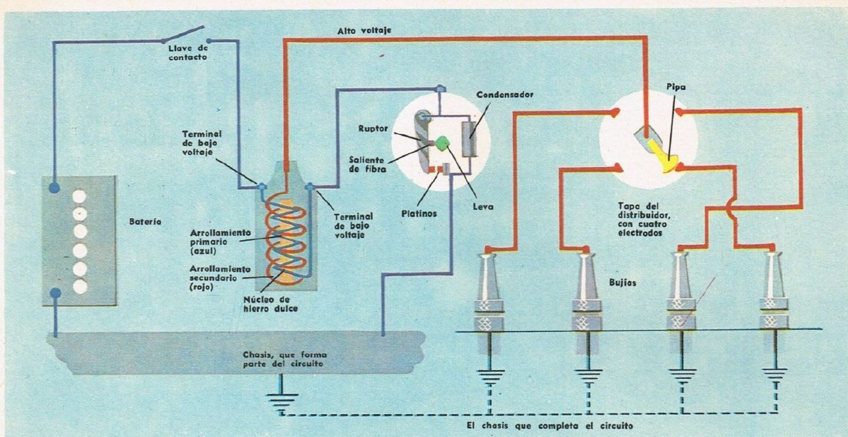


Diagrama que muestra los distintos elementos que componen el sistema de encendido de bobina, en la mayoría de los coches modernos.

EL SISTEMA DE ENCENDIDO

TECNOLOGÍA

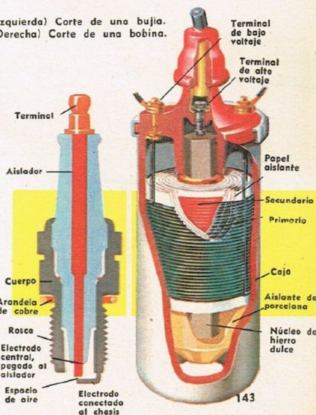
La mezcla combustible de vapor de nafta y aire que se comprime en los cilindros de un motor de coche, puede quemarse y hacer explosión gracias a una chispa eléctrica que salta entre dos puntos o electrodos de la *bujía* (estos electrodos tienen una separación de medio milímetro, aproximadamente). Para producir una chispa entre dos electrodos es necesario que exista entre ellos un elevado voltaje eléctrico. La batería de los coches, de 6 ó 12 voltios, no puede producir por sí sola una chispa a través del aire (mal conductor de la electricidad) que hay entre los dos electrodos de la bujía. Es necesario, por lo tanto, elevar el voltaje de la batería hasta varios miles de voltios. Esta elevación de voltaje se consigue, en casi todos los coches modernos, mediante el sistema de encendido de *bobina*.

BOBINA

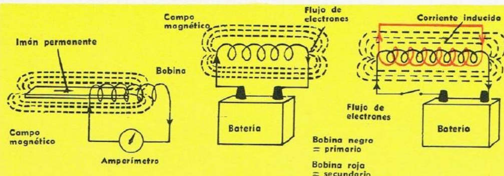
La bobina es, en esencia, un trasformador. Pero un trasformador solamente funciona con corriente alterna, y la batería produce una corriente continua, por lo que es necesario interrumpir esta corriente, en su camino desde la batería a la bobina, mediante un interruptor mecánico. Este interruptor, conocido con el nombre de *ruptor* (vulgarmente *platinos*) está colocado en el circuito primario de la bobina. El circuito secundario, o de salida, de la bobina está conectado a las bujías a través del *distribuidor*. Cuando los contactos o platinos del ruptor están juntos, se cierra el circuito y la corriente de bajo voltaje de la batería pasa a través del arrollamiento primario de la bobina, creando en su interior un campo magnético. Cuando los platinos se separan, se corta el circuito y se interrumpe bruscamente la corriente que pasaba por el arrollamiento primario, con lo que se produce, por inducción, una corriente de alto voltaje en el arrollamiento secundario. Así, el voltaje de una batería de 12 voltios puede elevarse hasta unos 20.000 voltios, pudiendo hacer saltar la chispa en el espacio entre los electrodos de la bujía.

El arrollamiento primario de la bobina tiene unos cuantos cientos de vueltas de alambre relativamente grueso, y está conectado al platino móvil, que se cierra mediante un resorte y se abre por una leva montada en el eje del distribuidor, cuya velocidad de giro es justamente la mitad de la del cigüeñal. En un motor de cuatro cilindros tienen que saltar cuatro chispas durante dos vuel-

(Izquierda) Corte de una bujía. (Derecha) Corte de una bobina.



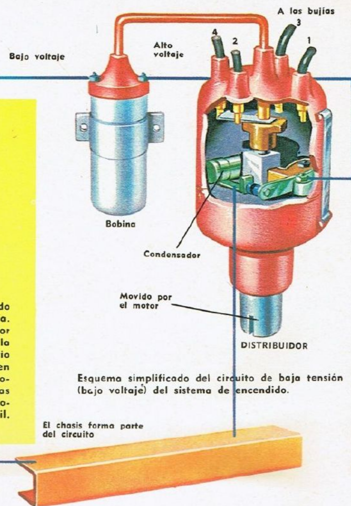




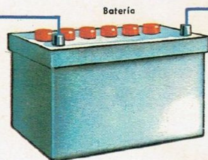
PRINCIPIO DE LA INDUCCIÓN ELÉCTRICA

(1) Cuando un imán permanente se mueve a través de uno de alambre (llamado carrete o bobina), se induce una corriente eléctrica en dicho alambre, debido a que el campo magnético alrededor del imán corta las espiras de alambre de la bobina.
(2) Una bobina de alambre, por la que circula una corriente eléctrica, crea un campo magnético propio, análogo al producido por un imán permanente.

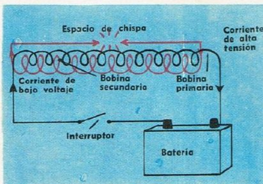
(3) En un arrollamiento de alambre, llamado "primario", circula una corriente eléctrica. Este arrollamiento está colocado alrededor de otro arrollamiento "secundario". Si la corriente que pasa por el circuito primario se conecta y desconecta sucesivamente, en el circuito secundario se "induce" una corriente eléctrica como consecuencia de las "variaciones" del campo magnético, análogamente a lo que sucede con un imán móvil.



Esquema simplificado del circuito de baja tensión (bajo voltaje) del sistema de encendido.



tas del cigüeñal, por lo que los platinos tienen que abrirse cuatro veces. Como en este tiempo el eje del distribuidor da sólo una vuelta, la leva tiene cuatro salientes, por lo que suele ser de forma cuadrangular.
El arrollamiento secundario tiene varios miles de vueltas de alambre relativamente fino, uno de cuyos extremos está conectado al arrollamiento primario. El otro extremo del secundario va conectado a la *tapa del distribuidor* mediante un cable muy bien aislado, llamado *cable de alta tensión*.



Esquema de un circuito de la bobina de encendido; tanto el primario como el secundario están arrollados sobre el mismo núcleo de hierro.

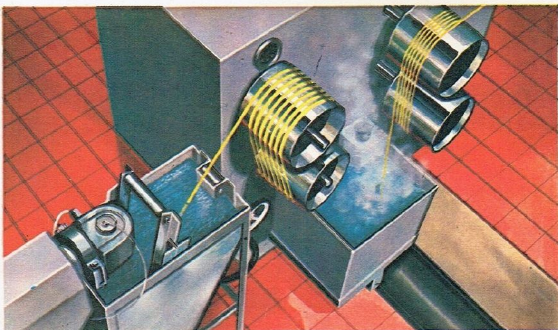
Ambos circuitos, primario y secundario, van arrollados sobre un núcleo de hierro laminado (formado por láminas o cintas de hierro), que intensifican el campo magnético creado por los arrollamientos. El circuito primario está arrollado en la parte exterior del secundario (principalmente para mantenerlo frío) y sus extremos van conectados a los llamados terminales de baja tensión.
El distribuidor, como su nombre indica, distribuye la corriente de alta tensión a las bujías, en el orden correcto del encendido.
La tapa del distribuidor, normalmente de baquelita moldeada, tiene en su parte interna cuatro electrodos fijos de latón, conectados por cables de alta tensión a las cuatro bujías (una para cada cilindro).
La corriente de alta tensión va desde la bobina, por un cable de alta tensión, al electrodo central de la tapa del distribuidor, y de éste, mediante un contacto de carbón, a un brazo giratorio, llamado *dedo* o *pipa*, que gira con el eje del distribuidor. La pipa lleva una lámina de latón, que al girar pasa muy cerca de los electrodos de la tapa; como la corriente es de alta tensión, salta desde la pipa a los electrodos de la tapa y de aquí pasa, sucesivamente, a través de los cables de alta tensión a cada bujía.
Entre los dos contactos o platinos del ruptor va conectado un *condensador*, cuya misión es reducir el chisporroteo entre los platinos, evitando así que se quemen rápidamente. El condensador permite también que al cortar la corriente del primario, ésta se anule más rápidamente, produciendo así un voltaje más grande en el arrollamiento secundario.
El ruptor consiste en un contacto fijo (llamado *yunque)* conectado a tierra, y que va montado sobre la base estacionaria del distribuidor. El contacto móvil, llamado *martillo*, tiene un saliente de fibra, que se apoya en la leva cuadrangular, que de esta forma, al girar, hace que se junte o separe del contacto fijo. Todo el contacto móvil, incluido el resorte, está aislado y conectado al terminal de baja tensión del distribuidor, con lo que está incluido en el circuito primario.

OPERACIÓN

Cuando la llave de contacto está en la posición de encendido y los platinos juntos, la corriente de la batería pasa a través del arrollamiento primario, creando un campo magnético alrededor de los arrollamientos. La leva giratoria abre los platinos del ruptor; la corriente cesa de circular en el circuito primario y el campo magnético alrededor de ambos arrollamientos disminuye hasta anularse. Con ello, se induce una corriente de alta tensión en el circuito secundario, debido al número tan elevado de vueltas de su arrollamiento. Esta corriente de alta tensión pasa, por el conductor de alta tensión y contacto de carbón, a la pipa giratoria, y de ésta a los electrodos de la tapa del distribuidor y a los electrodos de las bujías, donde saltan las chispas. Para completar el circuito, la corriente vuelve a los arrollamientos de la bobina a través del chasis, batería y llave de contacto.

EL POLIETILENO

Poco más de veinte años han transcurrido desde que el polietileno fue obtenido por primera vez en escala industrial, y sólo treinta desde su descubrimiento por Gibson y Fawcett. En este intervalo el polietileno se ha convertido en un material ampliamente aceptado, con el que es posible fabricar un gran número de artículos, tanto de tipo doméstico como de tipo industrial. Presenta las ventajas de ser mecánicamente resistente y ligero de peso, es irrompible y resiste la acción corrosiva de muchos productos químicos.
La aparición del polietileno no solamente produjo una pequeña revolución en la fabricación de muchos artículos, sino que sus peculiares propiedades sugirieron la confección de muchos otros. Este tipo de plástico llegó a estar a disposición del público en general, en una época en la que el nivel de vida tendía a subir, y contribuyó al establecimiento de nuevas prácticas, como por ejemplo, la del empaquetado de fábrica de los productos alimenticios.
Muchos de los artículos que antiguamente se hacían de hierro galvanizado, o de porcelana (cubos, baños, palanganas, etc.), se fabrican actualmente con polietileno.
El uso creciente de los polímeros de etileno puede demostrarse no sólo por el incremento en el número de compañías que lo fabrican, sino también por el aumento del número de investigadores que actualmente se dedican a estudiar cuidadosamente nuevos procesos de fabricación o, simplemente, sus propiedades básicas y de aplicación.
Este incremento de producción, así como la intensa competencia entre las distintas firmas fabricantes, ha acelerado la investigación de las propiedades del polímero y la producción de nuevos tipos de polietileno con propiedades distintas. Al mismo tiempo, se han llevado a cabo estudios intensivos acerca de los distintos procedimientos de polimerización.
Como consecuencia de todos estos estudios, existen actualmente en el mercado muchos tipos de polietileno con una amplia variación de propiedades, los cuales se distinguen principalmente por diferencias de densidad. Otras muchas propiedades pueden ser variadas en los procesos de producción, tales como su estructura molecular, su peso molecular, su insaturación (número relativo de dobles enlaces libres), la longitud de las cadenas moleculares, su ramificación, etc. De este modo, se encuentran actualmente en el mercado desde polietilenos con propiedades semejantes a las ceras hasta los polietilenos rígidos de tipo más reciente.
Esta situación altamente competitiva creada en el mercado del polietileno, combinada con la reciente puesta a punto del método de producción industrial de los tipos lineales de polietileno, ha producido una reacción entre



El polietileno de alta densidad puede ser obtenido en forma de filamento utilizable para fabricar cuerdas y redes, y para ser tejido. Las fibras obtenidas se pasan a través de un baño de agua, para incrementar su resistencia.



OBTENCIÓN DEL POLIETILENO. — El polietileno se obtiene por una reacción de adición, en la que los dobles enlaces que unen los átomos de carbono, los cuales son bastante reactivos, se abren para formar una larga cadena constituida por unidades —CH_2—.

las industrias, las cuales redoblaron sus esfuerzos en la modificación de las propiedades específicas del polietileno, para buscarle nuevas aplicaciones. La resistencia y trasparencia de finas películas han sido mejoradas, así como el satinado de la superficie. Polietilenos de alto punto de fusión han sido introducidos para mejorar sus propiedades de moldeo. Se prevén aún muchas más aplicaciones de este tipo de plástico, una vez que la relación entre las estructuras de los diversos polímeros y sus propiedades físicas y químicas sea mejor conocida.

El polietileno es un producto termoplástico, es decir, se vuelve blando por calentamiento, y puede ser moldeado muchas veces sin que se afecten sus propiedades. El polímero se sintetiza a partir del etileno, hidrocarburo existente en grandes cantidades, que se obtiene como subproducto en las refinerías de petróleo.

Del análisis químico del polietileno se deduce su fórmula empírica $(-CH_2-)_n$; sus moléculas son cadenas cuyos eslabones son las unidades $-CH_2-$ (grupo metileno). Aunque, en general, las propiedades químicas del polietileno son las que habrían de esperarse para una parafina lineal de alto peso molecular, existen algunas diferencias que sugieren que la molécula no es una simple cadena de grupos metilenos, lo que se confirma por la amplia variedad de propiedades que es posible encontrar entre muestras con el mismo peso molecular aproximadamente.

La estructura de un polietileno típico difiere de la de una parafina de cadena lineal en dos puntos principales. En primer lugar, su estructura es ramificada; y, en segundo, contiene grupos olefínicos (dobles enlaces). Las diferencias estructurales modifican profundamente las propiedades físicas de este material, tanto en su forma sólida como cuando está fundido. Variando las condiciones de polimerización, se modifica la ramificación de las cadenas de átomos de carbono dentro de amplios límites.

Se obtiene, en escala industrial, por diversos procedimientos, que difieren entre sí, fundamentalmente, en el catalizador utilizado para acelerar la polimerización y en las condiciones de operación que se imponen en los respectivos reactores. Estas variaciones dan como resultado polietilenos que presentan, como hemos dicho, propiedades físicas distintas y que son, por consiguiente, utilizables con diferentes propósitos. A continuación, se exponen los diversos procedimientos empleados en la síntesis del polietileno.



En esta máquina para el moldeo de botellas por soplado, el polietileno fundido es inyectado en un molde. La pieza obtenida se trasfiere al molde de soplado, donde se le aplica aire comprimido.

Proceso Fawcett. — Fue el proceso original utilizado en la síntesis de este polímero.

La producción de polietileno por este método requiere una fuente de etileno puro, un equipo de compresión conveniente para trabajar a una presión del orden de las 1.000 atmósferas, y una vasija de reacción apropiada para soportar estas presiones, en la que pueda controlarse el rápido proceso muy exotérmico de polimerización. El polímero resultante, el cual se obtiene a una temperatura a la que se encuentra en estado líquido, ha de ser separado del etileno que no ha reaccionado y, posteriormente, ha de sufrir un proceso de elaboración antes de ser lanzado al mercado. En el proceso original se utilizó oxígeno como catalizador.

Proceso Ziegler. — El polímero resultante de este proceso, caracterizado por su estructura lineal y su alta densidad, es el resultado de un accidente fortuito. Utilizando un autoclave "contaminado", Ziegler y sus colaboradores del *Max Plank Institute* obtuvieron buteno, cuando intentaban preparar derivados de alquil-aluminio de mayor longitud de cadena, a partir de trietilaluminio y etileno. Una investigación metódica de las condiciones y materiales más convenientes para la polimerización del etileno dio lugar a una serie de patentes, en las que está registrado un nuevo procedimiento de síntesis del polietileno, descubrimiento que ha hecho merecer al Dr. Ziegler el Premio Nobel de Química en el año 1963.

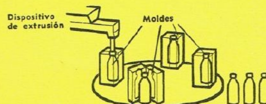
En esencia, el procedimiento general utilizado es el siguiente: el etileno se polimeriza a la presión atmosférica por contacto con un catalizador suspendido en un medio hidrocarbonado y preparado a partir de un compuesto del tipo AlR_2X, donde R representa al hidrógeno, o a un grupo alquilo, y X puede ser uno cualquiera de los grupos $-H$, $-O-R$, $-O-C_2H_5$, o un halógeno.

A este derivado alquilalumínico generalmente acompaña un compuesto metálico de titanio, circonio o cromo. Los detalles del proceso son secretos, pero se ha sugerido que el $Al(C_2H_5)Cl$ asociado al tetracloruro de titanio puede ser el catalizador utilizado en el proceso de polimerización. Ésta se lleva a cabo a unos 50°C.

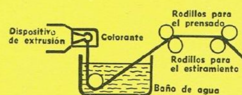
Proceso Phillips. — La *Phillips Petroleum Company* ha patentado un procedimiento para polimerizar etileno, en el que se utilizan presiones moderadas con catalizadores de óxido de cromo asociado con otros óxidos, tales como la sílice alúmina. Las condiciones típicas de reacción son 100-170°C de temperatura y 5-15 atmósferas de presión. El catalizador puede ser reactivado en 5 horas, por calentamiento a 450-800°C en presencia de aire seco. La polimerización se lleva a cabo suspendiendo el catalizador de un hidrocarburo líquido, e introduciendo posteriormente el etileno, o haciendo pasar la mezcla etileno-



El polietileno fundido es forzado a entrar en el molde.

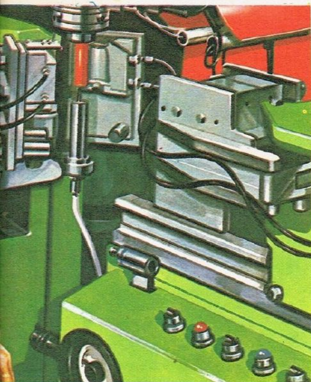


Moldeo por soplado. Los recipientes huecos se fabrican soplando el polietileno contra las paredes del molde.



Obtención de un film de polietileno por extrusión (salida forzada a través de un orificio). Se obtiene según el esquema.





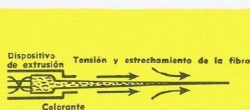
hidrocarburo líquido sobre un lecho fijo donde se encuentra el catalizador. El proceso se completa al separar el polietileno del hidrocarburo líquido empleado. Los polietilenos obtenidos mediante el proceso Phillips también están caracterizados por su estructura lineal y su alta densidad.

Proceso Standard Oil Indiana. — Esta firma estadounidense ha desarrollado otro tipo de catalizador heterogéneo para la fabricación de polietileno. Según este proceso, el etileno se polimeriza a presiones moderadas (30-70 atmósferas) y a temperaturas comprendidas entre 230 y 290° C, utilizando catalizadores formados por un óxido de molibdeno sobre una base de alúmina. Los polietilenos obtenidos con este proceso también están formados por cadenas lineales y tienen densidades altas.

Polimerización del etileno mediante radiaciones ionizantes. — Como la polimerización del etileno parece ser un proceso en el que intervienen radicales libres (agrupamiento de átomos inestables que tienen electrones sin compartir), no es extraño que se estudiara la influencia de radiaciones ionizantes en este proceso. Una ventaja propia de iniciar la polimerización mediante radiaciones es, naturalmente, la eliminación de contaminaciones de tipo químico, inevitables con otros catalizadores. En la actualidad, estos procesos se encuentran en estudio, pero es posible adelantar que el polímero obtenido es más cristalino que el obtenido con otros métodos.
En suma, el polietileno resultante del primer proceso, denominado polietileno de baja densidad, es un sólido con aspecto de cera. Es traslúcido y amorfo (no cristalino). En comparación con el polietileno de alta densidad resultante de los procesos Ziegler y Phillips, presenta cadenas cortas y muy ramificadas.
El polímero de alta densidad es opaco y está formado por unidades cristalinas más definidas. Sus cadenas de átomos de carbono son más largas y menos ramificadas Estos factores dan cuenta de su mayor resistencia. Una molécula de polímero puede contener de 750 a 3.500 unidades $—CH_2—$.
La fabricación del polímero y la manufactura de sus artículos son operaciones separadas que a menudo se llevan a cabo en distintas factorías. El polímero, generalmente, se sirve en forma de polvo, que eventualmente puede ser coloreado mediante la adición de un colorante adecuado.
El polietileno se utiliza sin los aditivos que generalmente se añaden a otros plásticos, a fin de que, sin mengua de sus propiedades originales, alcancen mayor volumen.
En las ilustraciones se ven los distintos métodos utilizados en el procesado del polietileno. Los objetos macizos se moldean por inyección, mientras que los huecos suelen moldearse por soplado. Con diversos propósitos el polietileno se moldea en forma de tubo, de fibra o de finas películas, para ser utilizadas como envolturas. También se recubren papel y otros materiales con una fina capa de este plástico, reuniendo de este modo las propiedades protectoras de ambos productos.
Las aplicaciones del polietileno están limitadas, particularmente por la temperatura, ya que alrededor de los 90° C se reblandece, por lo que no puede usarse para manejar sustancias muy calientes. Por otra parte, si se le somete a tensiones grandes pierde su elasticidad, por lo que deben evitarse tales tensiones.
De todas las propiedades del polietileno, quizá lo más importante sea su alta resistencia eléctrica (es decir, su pequeña conductividad). Fue una de las primeras propiedades de esta sustancia que se aprovechó prácticamente cuando se utilizó como aislante del equipo británico de radar durante la segunda guerra mundial. Doscientas toneladas de polietileno fueron, por otra parte, utilizadas en el tendido del primer cable de teléfono submarino.



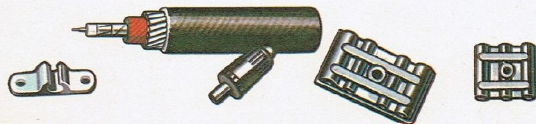
Esta palangana de polietileno de alta densidad ha sido fabricada por la técnica de moldeo por inyección. Nótese el gran tamaño del mecanismo hidráulico necesario para mantener juntas las dos unidades del molde.



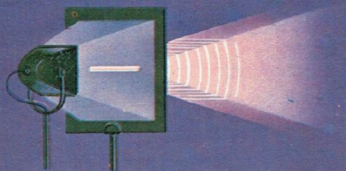
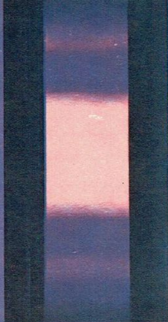
Obtención de fibras por extrusión. — Después de ser pasada a través del colorante, la fibra es sometida a una tensión, y enfriada posteriormente.



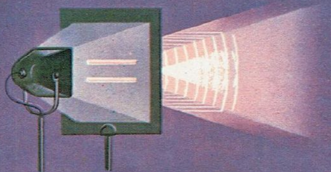
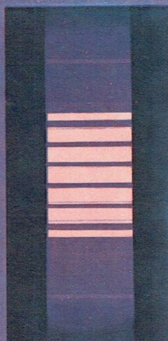
Obtención de tubos de polietileno. — Las tuberías de polietileno utilizadas en la conducción de agua, y otros productos químicos, se obtienen también por extrusión.



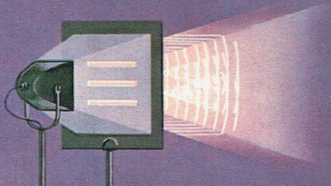
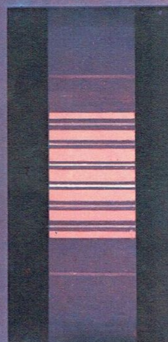
A la izquierda se muestra una serie de artículos manufacturados completamente, o en parte, con compuestos de polietileno.

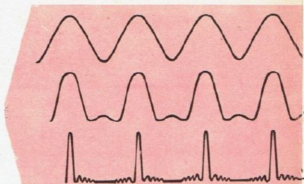
La luz se expande, o difracta, desde la pequeña abertura, formando figuras de difracción sobre la pantalla.

Los haces difractados desde dos aberturas interfieren, originando estrechas bandas luminosas y oscuras. En la pantalla se observan estas franjas de interferencia.

El aumento del número de aberturas origina franjas más estrechas y más brillantes. Las franjas más pequeñas desaparecen al usar mayor número de aberturas.



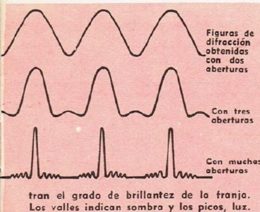
Al aumentar el número de aberturas se estrechan las franjas brillantes. Los gráficos mues-

Si interceptamos con un cuerpo opaco parte de un haz luminoso, se produce una zona oscura detrás de aquél. La oscuridad es más intensa si todos los rayos del haz provienen de la misma fuente luminosa, dada la característica lineal de propagación de los rayos. El área de la zona oscura formada por el mencionado cuerpo se llama *oscuridad geométrica*. Es un poco absurdo considerar la oscuridad geométrica tomando como fuente luminosa el Sol, puesto que los rayos solares se inclinan por los bordes en una apreciable cantidad.

Sin embargo, aunque la luz toma el camino más corto entre dos puntos (se propaga en línea recta), no es exactamente una recta. Es una especie de movimiento ondulatorio, vibrando de arriba a abajo, y de lado a lado, en su propagación. Este hecho da lugar a pequeñas diferencias en el comportamiento de un haz luminoso, aunque bajo las circunstancias normales esa diferencia es tan pequeña que no puede notarse a simple vista.

Otras clases de ondas también crean áreas, que podemos comparar con las que hemos llamado de *luz* y *sombra*, cuando encuentran un obstáculo. Las ondas del agua, por ejemplo, al pasar por la abertura de un muro, no continúan en línea recta, sino que aparecen extendidas desde la abertura hacia los lados del muro. A este extenderse fuera del ancho de la abertura se le llama *difracción*.

Las ondas se extienden desde un determinado punto, origen de las mismas, tal como una perturbación en la superficie del agua, y van formando círculos cada vez mayores alrededor de la perturbación. Colocando un obstáculo en el camino de una de estas ondas, se detiene parte de ella, pero en el lugar donde termina el obstáculo parecen arrancar de nuevo. Cada punto actúa como si fuese una nueva perturbación, originando nuevas ondas circulares (sólo es necesario considerar semicírculos, puesto que no cabe suponer que el agua circule hacia atrás). Si el obstáculo es medianamente grande, sumando las perturbacio-



tran el grado de brillantez de la franja. Los valles indican sombra y los picos, luz.

DIFRACCIÓN

nes en medio del obstáculo, da una onda de la misma forma que otra que no hubiera sido interceptada por el obstáculo. Pero en los extremos, las perturbaciones se extienden dentro de la zona teórica de oscuridad geométrica.

La luz se comporta de este modo siempre que encuentra un obstáculo opaco. Si se realiza la experiencia con una gran cantidad de luz, la luz difractada en los extremos representa sólo una pequeña fracción de la luz total y no puede apreciarse. Esto ocurre si la luz pasa a través de un agujero grande. Sin embargo, cuando el tamaño de la hendidura es lo suficientemente pequeña, la proporción de luz difractada aumenta, ya que existe en los extremos una mayor proporción de ella respecto al total. Una abertura muy pequeña actúa como una fuente de luz puntual que difracta toda la luz. La imagen de una hendidura brillante y estrecha tiene un área difusa de luz alrededor de ella.

La difracción de una onda de agua es fácil de ver, porque las ondas pueden ser identificadas en todos los puntos de su recorrido. Las ondas de luz, por otra parte, pueden ser observadas sólo en el punto donde ellas tropiezan con algo, una pantalla por ejemplo. Las ondas vibran muy rápidamente y marchan a gran velocidad, para ser vistas como ondas individuales. La mejor manera de observar la difracción de la luz es obstaculizando los diferentes rayos.

En un artículo previo (*tomo IV, pág. 59*), se vio que si dos rayos monocromáticos de luz se encuentran, de forma que la cresta de uno coincida con la del otro, se refuerzan (*interferencia constructiva*). Si, por el contrario, la cresta de uno coincide con el valle del otro, las dos ondas se destruyen mutuamente (*interferencia destructiva*), formando una mancha oscura.

Dos aberturas estrechas (iluminadas por la misma fuente monocromática de luz) originan dos grandes haces de luz difractada. Las imágenes que forman las aberturas son muy diferentes de las que formarían si la naturaleza de la luz fuera geométrica. La luz que pasa a través de una abertura interfiere con la procedente de la otra rendija. Los dos haces de luz, antes de encontrarse en la pantalla, pueden no ser acordes, es decir, las crestas de uno no tienen necesariamente que coincidir con las del otro. Donde cresta y cresta coinciden, aparece sobre la pantalla una zona iluminada; donde cresta y valle coinciden, aparece una zona oscura. Las zonas de luz y oscuridad son *franjas de interferencia*. Cuando hay tres aberturas, igualmente espaciadas, las figuras de interferencia formadas, en vez de ser más complicadas, se hacen más definidas. La nueva abertura impone una condición especial para que los tres haces de luz formen una interferencia constructiva en el mismo lugar. Esto tiene el efecto de estrechar la zona brillante, a la vez que la hace más reluciente, puesto que concentra toda la luz dentro de ella.

Añadiendo más aberturas, igualmente espaciadas, resultan franjas más estrechas y mucho más brillantes. La posición de una franja brillante sobre la pantalla depende de su color o longitud de onda. Así, los diferentes colores se sitúan en distintos lugares de la pantalla. Si en lugar de realizar la iluminación con luz monocromática, se hace con una mezcla de todos los diferentes colores, o "luz blanca", la luz se descompone en sus diferentes colores, igual que al atravesar un prisma.

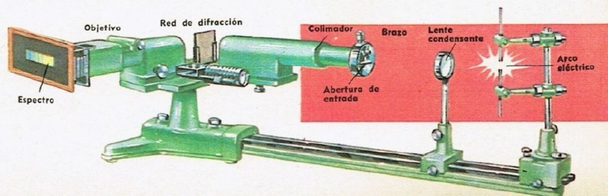
Cuando existe un enorme número de aberturas —alrededor de 60.000— forman lo que se llama una *red de difracción*. Pueden actuar de aberturas los pequeños huecos, igualmente espaciados, que quedan entre líneas opacas trazadas sobre un trozo de vidrio. Estas líneas están trazadas con enorme precisión, de manera que el mencionado número forma un enrejado de sólo unos 8 cm. de ancho. Los espectros que se pueden obtener con estos enrejados son muchísimo más precisos que los espectros de los prismas, por lo que las redes de difracción son más utilizadas que los prismas en los espectroscopios.

La principal diferencia entre las redes y los prismas es que, si se ilumina el enrejado con luz blanca, da un número de espectros completo (desde el rojo al violeta), mientras que el prisma daría sólo uno. Cada línea corresponde a una franja brillante en las figuras de difracción obtenidas con dos aberturas.



Las ondas del agua se expanden desde un estrecho orificio. Cuanto más estrecho es el orificio, mayor es la proporción de ondas difractadas. La construcción de Huygen (parte inferior), muestra cómo la forma de la onda después de la difracción puede encontrarse trazando semicírculos alrededor de cada punto del orificio.

Una red de difracción puede ser utilizada en lugar de un prisma, para obtener el espectro. La red, una pieza de vidrio o celuloide marcada con miles de líneas paralelas estrechas, se monta sobre el espectroscopio. Los diversos colores de la luz, que son difractados en magnitudes diferentes, aparecen en sitios distintos de la pantalla.



FISIOTERAPIA

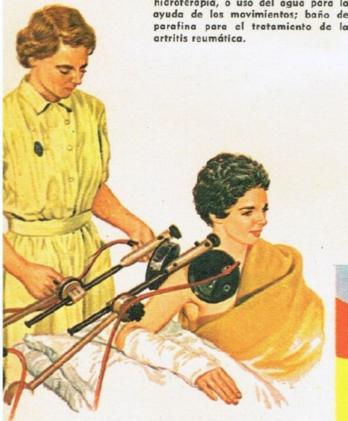
El tratamiento médico por procedimientos físicos, diferente del realizado por la cirugía o con medicamentos, se llama *fisioterapia*. Entre tales procedimientos están el masaje, el ejercicio, la aplicación del calor, de la luz ultravioleta y de electricidad.
La fisioterapia es un arte que está adquiriendo importancia rápidamente a medida que las técnicas se perfeccionan y que nuestros conocimientos de las funciones del cuerpo aumentan.
Los métodos primitivos eran, esencialmente, el resultado de ensayos muchas veces contraproducentes. Existían muchas personas impedidas que no tenían ánimos para llevar de nuevo una vida normal, y se consideraba imposible ayudarlos.
Hoy se rehabilitan personas paralizadas desde la cintura, mutilados que han perdido algún miembro, etc. No sólo se procura restablecer su salud, sino que se les encuentra alguna ocupación, aunque no sea la misma que antes desempeñaban. Una tarea importante del fisioterapeuta es convencer y animar al paciente para que aumente su confianza y que se sienta capaz de valerse por sí mismo.
El fisioterapeuta es, esencialmente, miembro de un equipo y está en estrecha relación con el médico del paciente. El fisioterapeuta que se dedica a la rehabilitación profesional desempeña una parte importante en la recuperación del paciente. Su trabajo consiste en interesar al enfermo por ocupaciones tales como tejer, hacer alfombras, cestos, etc.; o sea trabajos ligeros (si se realizan en las condiciones debidas) que le ayuden a fortalecer los músculos y a recuperar la flexibilidad de las articulaciones, restableciendo así la confianza del paciente en sus propias facultades.
Las condiciones principales de un organismo normal son: una circulación eficaz (y, al mismo tiempo, un sistema respiratorio eficiente), huesos y articulaciones sanos, tejidos a la vez firmes y flexibles, y una acción perfecta del sistema nervioso. En casi todos los casos, el fisioterapeuta se dedica a mantener una buena circulación (especialmente procurando que sea eficaz el intercambio entre la sangre y los tejidos), a conservar móviles las articulaciones y a evitar que se pierda la potencia muscular.
Naturalmente, el tratamiento a aplicar depende mucho del estado del paciente y de los defectos que hay que remediar. Los métodos de tratamiento pueden considerarse bajo cuatro títulos principales: (1) *Masaje,* (2) *Ejercicio,* (3) *Tratamiento eléctrico,* (4) *Calor.*

MASAJE

Es una de las formas de tratamiento más antiguas y, aunque no practicado con la importancia de antes, se sigue usando frecuentemente.
El objetivo principal del masaje es aumentar el flujo de los líquidos desde las extremidades hacia el corazón. Además, los receptores de la piel pueden estimularse para mantener los nervios activos o para calmarlos, permitiendo un descanso completo de la parte del cuerpo donde se aplica.
Debido a que el masaje no lleva consigo ninguna actividad por parte del paciente, se prescriben a menudo movimientos para que el enfermo ejercite la parte del cuerpo afectada.

EJERCICIO

El ejercicio tiene varios efectos. Sirve de considerable ayuda para el regreso de la sangre y de la linfa al corazón. Los músculos sólo pueden actuar cuando han recibido señales nerviosas; por lo tanto, el ejercicio mantiene abiertos los caminos entre el sistema nervioso central y los músculos. De esta forma se recuerda el tipo de movimiento.
Los movimientos en contra de una resistencia (por ejemplo, levantando o empujando un objeto) aumentan la potencia muscular y ayudan a reconstruir los músculos.
Tales ejercicios son importantes para los pacientes que han permanecido algún tiempo en cama, pues los músculos se atrofian por la falta de ejercicio. El ejercicio mejora, además, el equilibrio y la coordinación. Cuando los músculos trabajan, producen calor. Este aumento de temperatura hace que los nervios puedan mandar los mensajes a los músculos y a las glándulas con mayor velocidad. El resultado es un aumento general del estado de vigilancia y de la velocidad de las reacciones.
Si el ejercicio es suficientemente vigoroso, la velocidad de circulación de los fluidos por el cuerpo puede aumentar considerablemente, teniendo lugar una mejora general en el estado del paciente.
El uso del agua es importante en algunos tratamientos médicos. Algunas localidades se han hecho famosas a causa del efecto saludable de sus aguas ricas en sales minerales. Muchos hospitales tienen también sus piscinas propias. Pero cualesquiera sean las



(De izquierda a derecha). Diatermia por onda corta, un método para calentar los tejidos internos; masaje; hidroterapia, o uso del agua para la ayuda de los movimientos; baño de parafina para el tratamiento de la artritis reumática.

ALGUNOS EJERCICIOS DE FISIOTERAPIA



Tratamiento por suspensión. Ejercicios realizados con la ayuda de un cabestrillo para mejorar el movimiento de la cadera.

propiedades beneficiosas de los compuestos químicos presentes en el agua. una de las características importantes de ésta es que ayuda a la práctica de los movimientos. El hecho de que el cuerpo flote, facilita los movimientos de sus miembros. El ejercicio en el agua es un medio importante de fortalecer los músculos, especialmente en los casos de parálisis infantil.

TRATAMIENTO ELÉCTRICO

El paso continuo de corriente a través de los tejidos puede tener distintos efectos según la intensidad, el tiempo durante el que se aplica, etc. Las corrientes débiles (suficientemente débiles para que no sean molestas) estimulan las terminaciones sensoriales de los nervios y los tejidos musculares, al abrir y cerrar el circuito. Actúan por un efecto de "shock".
La corriente continua puede producir dolor, por lo que en general se usa una corriente alterna débil o interrumpida, que puede soportarse cómodamente. Sin embargo, es esencial que el nervio del músculo esté intacto. Cuando no hay ayuda del nervio, se usa una corriente ininterrumpida. Si el músculo reacciona a la corriente ininterrumpida y no a la inducida, se puede pensar que el nervio no funciona como fuente de energía, pero que el músculo puede responder todavía. Los impulsos de corriente alterna (ver ilustración) se usan también para hacer que se contraigan los músculos débiles o paralizados, o para aumentar la circulación en los miembros cuando ésta es débil. Hoy el tratamiento eléctrico tiene menos aplicaciones y los ejercicios de rehabilitación producen los mismos resultados con menos incomodidad para el paciente.

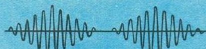


Diagrama que muestra dos ciclos completos de impulsos de corriente alterna.



CALOR

El calor puede suministrarse de muy distintas maneras, pero lo importante no son los métodos de aplicación, sino la profundidad a la que penetra y en qué cantidad. Las bolsas de agua caliente, las cataplasmas, las mantas eléctricas, las lámparas de rayos infrarrojos y la onda corta son medios para aplicar calor. Los rayos infrarrojos se usan frecuentemente. Su penetración no es grande y a pesar de que su efecto se limita principalmente a calentar la piel, es suficiente para aumentar el flujo de la sangre en el área calentada y para producir un intercambio de líquidos más eficiente entre el sistema circulatorio y los tejidos. Uno de los efectos más importantes del calor es el de mitigar el dolor, principalmente por su acción sobre las terminaciones nerviosas. Con esto, el tejido afectado se relaja.

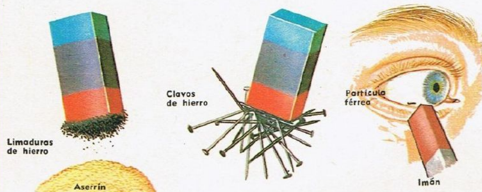
La aplicación de calor a los tejidos profundos se llama *diatermia*. Para producir calor profundo en el cuerpo se emplea la onda corta, que es un método muy eficaz. Los dos electrodos del aparato se colocan a cada lado de la parte del cuerpo que contiene el órgano o el tejido que hay que tratar, pero no deben tocar la piel. La onda corta que pasa entre los dos electrodos produce el calentamiento profundo de los tejidos.
También se usa la parafina fundida en los tratamientos por el calor. La parte del cuerpo que se ha de tratar (por ejemplo, un brazo) se sumerge en el baño y queda recubierta de parafina.
Al sacar el brazo, la parafina se solidifica rápidamente, formando una cubierta impermeable al agua y al aire. Así se impide la evaporación del sudor, que es el mecanismo más importante de refrigeración de la piel. La consecuencia es el calentamiento del miembro.

RAYOS ULTRAVIOLETAS

Tienen una longitud de onda más pequeña que la luz visible. Existen en la luz solar, pero el ojo humano no los capta. La piel se pigmenta (quemadura solar) al recibirlos, activando también la producción de vitamina D (tomo III, pág. 94). A causa de esta última acción, se usaban para curar el raquitismo (hoy día se utilizan medicamentos). Puede usarse la radiación ultravioleta por sus efectos locales sobre la piel, o a causa de su efecto tónico general en las funciones del organismo. Produce pigmentación y eritema en la piel, por lo que tiene gran valor en la curación de ciertas afecciones como el acné. También se usa para curar rápidamente las llagas causadas por la permanencia prolongada en la cama, y algunas heridas. Dando una dosis gradualmente creciente, aumenta la resistencia del paciente a la infección.

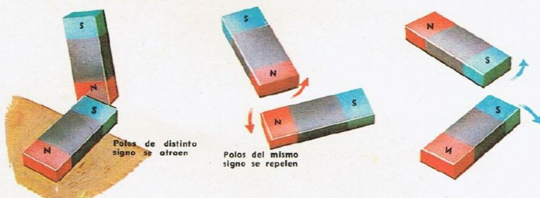
RESUMEN GRÁFICO DEL MAGNETISMO

LOS IMANES son capaces de atraer trozos de hierro o de otro material ferromagnético. Los imanes son, generalmente, de hierro. Los metales cobalto y níquel también son capaces de atraer y ser atraídos, aunque en una proporción mucho más pequeña. La magnetita, o piedra imán (óxido ferroso-férrico), es también magnética.

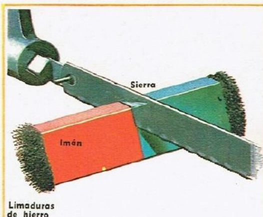


(Izquierda) Con un imán es posible separar de un montón de aserrín las limaduras de hierro que se hayan mezclado con él. Los imanes pueden ser utilizados para recoger objetos pequeños de hierro, tales como alfileres, o para separar del ojo cualquier partícula ferromagnética, que por accidente se haya introducido entre el párpado y la córnea.

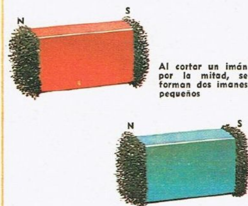
IMANES FRENTE A FRENTE



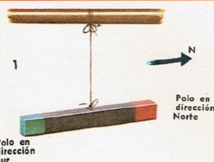
Polos de distinto signo se atraen: el polo norte de uno de ellos atrae al polo sur del otro. Polos del mismo signo —ya sea éste norte o sur— se repelen, tienden a alejarse uno del otro.

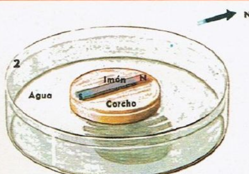


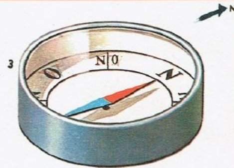
LOS IMANES ATRAEN POR SUS PARTES TERMINALES (POLOS)



Únicamente los polos de un imán atraen otras piezas de hierro. La parte central no presenta esta propiedad. Si se corta un imán en dos, la situación es la misma. Los polos, y no el centro, muestran acción magnética.







LOS IMANES NOS MARCAN EL NORTE

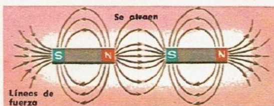
(1) Un imán suspendido acaba por situarse en dirección Norte-Sur, orientando siempre sus polos de la misma forma. Se les llama polo norte y polo sur, según apunten a uno u otro polo de la Tierra.

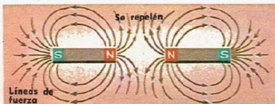
(2) Este imán, que flota sobre el corcho, también se orienta en dirección N-S. Dado que el imán permanece en el centro de la vasija, ambos polos deben tener la misma intensidad. Si esto no fuese así, el imán se movería hacia el lugar donde la atracción fuese mayor.

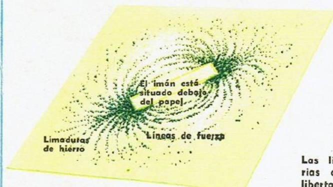
(3) Una brújula es, simplemente, un imán pequeño y ligero. La aguja se encuentra suspendida, de forma que pueda moverse libremente. Está protegida por una caja no magnética y un cristal trasparente. La aguja se mueve debido a que la Tierra, magnéticamente, se comporta como si contuviese en su interior un gigantesco imán, cuyos extremos estuvieran cerca de los polos: el polo sur de este enorme imán estaría cerca del polo norte geográfico de la Tierra. Así, el polo norte de una brújula se coloca frente al polo sur del "imán" terrestre (polos de distinto signo se atraen).

CAMPO MAGNÉTICO

Todo imán crea en su interior y en sus alrededores un campo magnético. La Tierra presenta un campo magnético similar al de una gigantesca barra metálica.

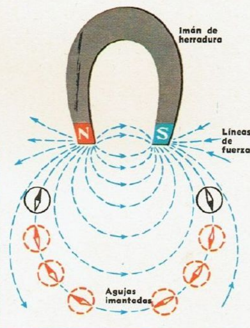






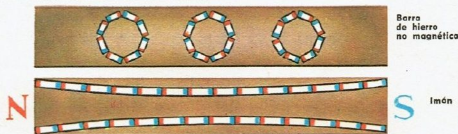
Las limaduras de hierro se ordenan dentro del campo magnético creado por el imán situado debajo del papel. Fuera de los límites del campo magnético, las limaduras de hierro están distribuidas al azar.

Las líneas de fuerza son las trayectorias que un hipotético polo norte con libertad de movimiento recorrerá dentro de un campo magnético. Comenzaría su camino en el polo norte del imán, y lo acabaría en el polo sur. Una pequeña aguja imantada puede utilizarse también para visualizar las líneas de fuerza de un campo magnético.



UNA SIMPLE INTERPRETACIÓN DEL MAGNETISMO

Un trozo ordinario de hierro está constituido por pequeños imanes que tienen sus polos unidos, formando anillos cerrados, de forma que no existen polos magnéticos libres. Cada imán elemental neutraliza el efecto de sus vecinos.



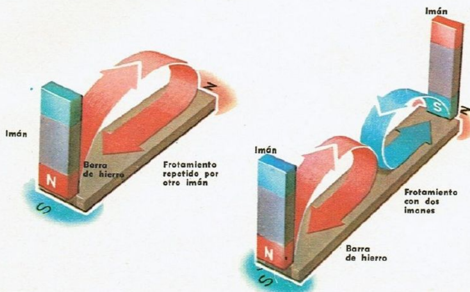
En un imán, los anillos cerrados se deshacen formando líneas. En los extremos de éstas existen polos libres, capaces de mostrar actividad magnética.

También pueden producirse imantaciones débiles martillando una barra de hierro que esté orientada en el campo magnético de la Tierra. Los anillos de imanes elementales se rompen y se alinean con las líneas de fuerza del campo de la Tierra.



PROCEDIMIENTO SIMPLE DE HACER IMANES

Frotando repetidamente una barra de hierro con el extremo de un imán, es posible magnetizarla débilmente. Ha de frotarse siempre en la misma dirección. Así se consigue deshacer los anillos y alinear los imanes elementales. El hierro dulce es más fácil de magnetizar que el acero.



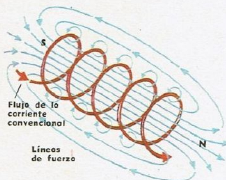
PÉRDIDA DE ACTIVIDAD MAGNÉTICA



Si se calienta o si se golpea un imán pierde sus propiedades magnéticas. Ambas causas perturban la ordenación lineal de los imanes elementales, provocando la formación de anillos.

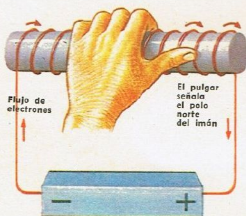
ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

Cuando pasa una corriente a través de un alambre conductor arrollado en espiral (solenoide), éste se comporta magnéticamente



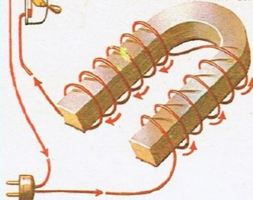
igual que un imán rectilíneo. Sus líneas de fuerza tienen la misma forma. La intensidad del campo magnético creado depende de la intensidad de la corriente que pase por el alambre y del número de espiras.

REGLA DE LA MANO IZQUIERDA



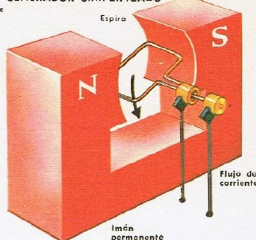
Esta regla se utiliza para decidir cuál de los dos extremos del carrete es el polo norte y cuál el polo sur. Si lo agarramos con la mano izquierda, de forma que los dedos apunten en la dirección del flujo de electrones (esto es, negativo o positivo, al contrario que la corriente convencional), el dedo pulgar nos indica el polo norte.

ELECTROIMANES



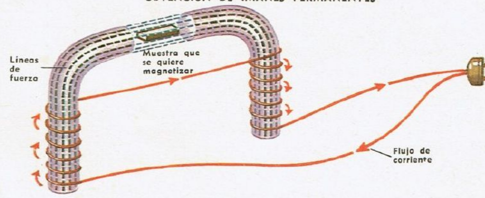
La intensidad del campo magnético creado por un alambre arrollado en espiral se incrementa si va montado sobre un núcleo de hierro dulce. Éste se magnetiza rápidamente por el campo que lo atraviesa. El conjunto de ambos forma un electroimán. Cuando la corriente cesa de fluir a través del alambre, el hierro dulce pierde su imantación. Actualmente se construyen electroimanes muy poderosos, capaces de elevar grandes masas de chatarra, que pueden ser depositadas en el lugar adecuado interrumpiendo simplemente la alimentación de corriente. Los electroimanes se utilizan también en los generadores y en los motores eléctricos.

GENERADOR SIMPLIFICADO



Cuando un alambre se mueve dentro de un campo magnético, aparece una diferencia de potencial entre sus extremos. Si el alambre está intercalado en un circuito, una corriente eléctrica atraviesa dicho circuito, siempre que el alambre, al moverse, corte las líneas de fuerza del campo magnético. En la práctica, el campo lo crean electroimanes, y no es sólo una, sino muchas espiras las que cortan las líneas de fuerza de dicho campo para proporcionar la corriente. Un motor funciona a la inversa de un generador. En el seno de un campo magnético se hace pasar una corriente a través de un conjunto de espiras, las cuales son obligadas a girar.

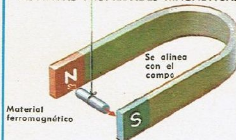
OBTENCIÓN DE IMANES PERMANENTES

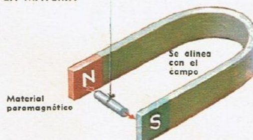


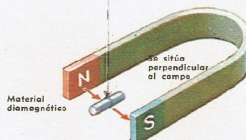
El acero y aleaciones especiales de hierro son los materiales generalmente utilizados para obtener imanes permanentes.

La pieza de acero se coloca en el campo de un electroimán, de forma que sus imanes elementales sean alineados.

DISTINTAS PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE LA MATERIA







"Ferromagnetismo". El hierro, el cobalto y el níquel son atraídos fuertemente por los imanes. Se les llama materiales ferromagnéticos. Cuando una barrita de una de estas sustancias es suspendida en un campo magnético, se coloca paralelamente a las líneas de fuerza. Todas las sustancias presentan, más o menos acusadamente, propiedades magnéticas, y pueden agruparse en dos grupos: sustancias paramagnéticas y sustancias diamagnéticas. Las primeras (que incluyen también las ferromagnéticas) se sitúan paralelamente al campo magnético. Las segundas se colocan perpendicularmente a las líneas de fuerza del campo donde se encuentran suspendidas.



La vaina del guisante (legumbre) es un fruto simple, derivado de un solo carpelo que contiene varios óvulos.



DE LA FLOR AL FRUTO

La formación de semillas en las plantas florales depende de la polinización y de la fecundación. El polen no sólo debe entrar en contacto con el estigma femenino, sino que debe "germinar" allí, y una de sus células tiene que juntarse (fusionarse) con la célula femenina (óvulo) del carpelo. Los granos de polen son al principio unicelulares y poseen dos cubiertas. La más externa presenta, con frecuencia, relieves y estructuras bastante complicados, que varían según las especies, haciendo posible la identificación de determinada planta por su polen.

Cuando el polen llega al estigma, normalmente su núcleo se ha dividido en dos, que constituyen los llamados núcleo *vegetativo* y núcleo *germinativo*. Este último se divide más tarde para dar dos células masculinas *(gametos)*. Del grano de polen emerge un tubo fino que crece a través del estigma y del estilo (cuando éste existe), y que lleva con él los núcleos. Este *tubo polínico* parece estar atraído químicamente por el óvulo, en el cual se introduce a través del *micrópilo*.

En muchas plantas inferiores, el tubo polínico no existe, y los gametos masculinos alcanzan a la célula femenina desplazándose (en el agua) por el movimiento de unos cilios o pestañas de que están provistos. En las plantas superiores más evolucionadas (plantas con flores), el tubo polínico resuelve el problema del trasporte de los gametos que, en este caso, carecen de cilios.

El carpelo es el órgano femenino de la planta. Puede haber uno o varios en cada flor, y cada uno puede contener uno o más óvulos. El óvulo es el que da lugar a la semilla, al desarrollarse después de la fecundación. La forma del óvulo varía, pero, normalmente, está unido a la pared del ovario en la forma indicada en la ilustración. Existen dos capas de células de cubierta *(tegumentos)*, que rodean a una capa de tejido de reserva (la *nuececilla*). En esta última está el *saco embrionario*, que contiene el núcleo de la célula femenina, junto con otros núcleos (véase la ilustración de la página siguiente).

Cuando el tubo polínico penetra en el micrópilo, su punta y el núcleo vegetativo se desintegran y los dos gametos se introducen en el saco embrionario. Uno de ellos se fusiona con el núcleo de la célula femenina *(oosfera)* y el otro con los dos *corpúsculos polares*. En esto consiste la fecundación, que se continúa con unos procesos en el óvulo, relacionados con la producción de la semilla. Los detalles exactos varían de unas plantas a otras, pero el caso más general es el que se describe a continuación.

La célula femenina u oosfera, una vez que ha sido fecundada por la fusión con uno de los gametos masculinos, empieza a dividirse y a originar las partes de la futura planta. Éstas son: la *plúmula* (joven tallo), la *radícula* (raíz joven) y los *cotiledones* (hojas de la planta joven, en la semilla). Las plantas monocotiledóneas (hierbas, cereales, lirio, palmera) no tienen más que un cotiledón, u hoja de la semilla, mientras que las dicotiledóneas presentan dos. El conjunto de todas estas estructuras es lo que se llama *embrión*.

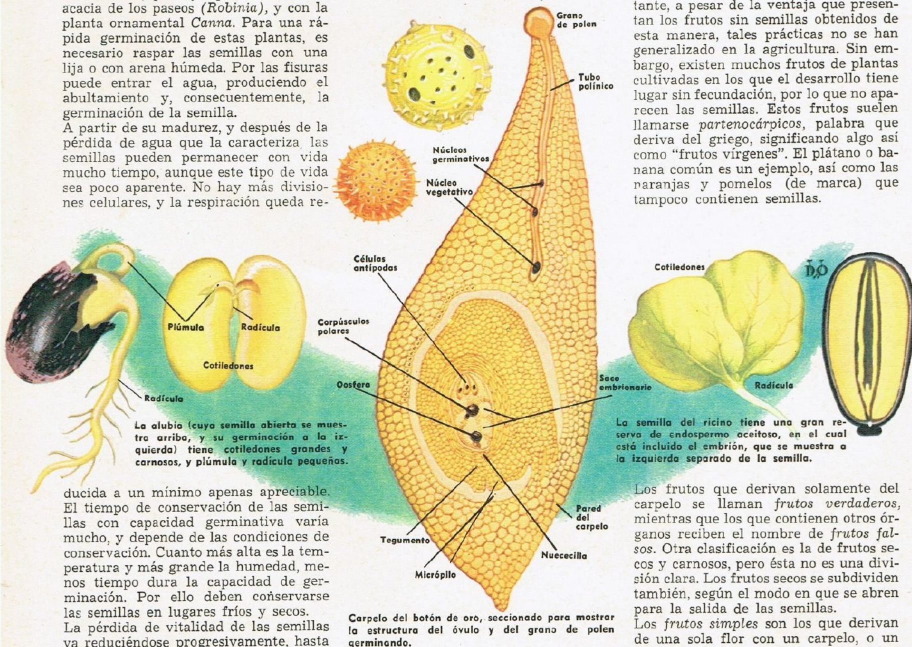
Durante el desarrollo del embrión, los núcleos polares también se dividen varias veces, dando las células del endospermo. Éste es el tejido que nutre al embrión cuando la semilla germina. Contiene almidón, proteínas, y otras sustancias alimenticias o de reserva. Algunas semillas, sin embargo, no tienen endospermo cuando están maduras, ya que es absorbido por los cotiledones, a medida que se produce, y los cotiledones pueden ocupar casi todo el volumen de la semilla, nutriendo a la joven planta durante la germinación ellos mismos. La alubia es un ejemplo típico de planta sin endospermo, poseyendo grandes cotiledones. Algunas semillas disponen de muy poca o ninguna reserva, aun en los cotiledones, como ocurre en algunas orquídeas, que para poder germinar con éxito necesitan la cooperación de un hongo. El desarrollo del endospermo y del embrión se hace a expensas de la nuececilla (*nucella*), que a su vez recibe el alimento de la planta madre a través del pedúnculo del óvulo. Las envolturas externas de la semilla derivan de los tegumentos del óvulo, y se van haciendo cada vez más coriáceas.

El desarrollo del óvulo no prosigue indefinidamente. Las divisiones celulares se van haciendo cada vez más lentas, deteniéndose al cabo de cierto tiempo. Toda la semilla pierde agua y la cubierta externa se hace muy dura, desprendiéndose de la pared del carpelo. En esas circunstancias, la semilla está madura. Las adaptaciones ecológicas hacen que la cubierta de la semilla presente muchas disposiciones particulares. Pueden ser pelos, expansiones en forma de alas (que sirven para facilitar la futura dispersión de la semilla por el viento) o tejidos jugosos, que atraen a los animales. Después de la deglución de la semilla por los animales, ésta, que puede haber resistido la digestión, tiene pro-

babilidades de ser llevada a grandes distancias de la planta madre.
Las envolturas de la semilla tienen una gran importancia en los procesos posteriores de la germinación, controlando el paso del agua y de los gases. La mayoría de las semillas no son capaces de germinar inmediatamente después de su madurez aparente o morfológica. Es necesario que pase el tiempo para que ciertos procesos químicos, que tienen lugar en su interior, propicien la germinación. Las temperaturas bajas permiten que el estado de *reposo* pase pronto.
Algunas semillas contienen sustancias que impiden la germinación hasta que no son eliminadas (por ejemplo, con un lavado abundante o, simplemente, con el transcurso del tiempo). Con más frecuencia, estas sustancias están envueltas en otras que pertenecen a la planta madre, pero que acompañan a la semilla. Las cubiertas de la semilla pueden ser impermeables al agua, retrasando la germinación hasta que no son atacadas y deterioradas por las bacterias del suelo. Esto ocurre, por ejemplo, con la falsa acacia de los paseos *(Robinia)*, y con la planta ornamental *Canna*. Para una rápida germinación de estas plantas, es necesario raspar las semillas con una lija o con arena húmeda. Por las fisuras puede entrar el agua, produciendo el abultamiento y, consecuentemente, la germinación de la semilla.
A partir de su madurez, y después de la pérdida de agua que la caracteriza, las semillas pueden permanecer con vida mucho tiempo, aunque este tipo de vida sea poco aparente. No hay más divisiones celulares, y la respiración queda reducida a un mínimo apenas apreciable.
El tiempo de conservación de las semillas con capacidad germinativa varía mucho, y depende de las condiciones de conservación. Cuanto más alta es la temperatura y más grande la humedad, menos tiempo dura la capacidad de germinación. Por ello deben conservarse las semillas en lugares fríos y secos.
La pérdida de vitalidad de las semillas va reduciéndose progresivamente, hasta que son muy pocas las que germinan. Sin embargo, los mecanismos citados (sustancias inhibidoras, cubiertas impermeables) pueden hacer que el porcentaje de semillas que germinan vaya aumentando con el tiempo en vez de disminuir, hasta llegar a un máximo. En las semillas producidas por plantas silvestres, suele observarse una gran desigualdad en la germinación. Cuando se ponen en condiciones favorables (humedad y temperatura media) germinan unas cuantas, y otras lo hacen al cabo de varios años. Esta desigualdad depende de un mecanismo de adaptación a la supervivencia de la especie.
En plantas del desierto, por ejemplo, una lluvia demasiado ligera hace germinar las semillas, pero éstas pueden morir, si las jóvenes plantas no encuentran una humedad duradera en el suelo. Como siempre queda una reserva de semillas sin germinar, la especie tiene más probabilidades de volver a encontrar una oportunidad más favorable. Esto explica que sea muy difícil combatir las malas hierbas de los campos. Si se aniquilan las plantas jóvenes, por escardas o con herbicidas, siempre quedan semillas en el suelo, que inician su aparición en la temporada siguiente. Las semillas del cenizo *(Chenopodium)* pueden aparecer al cabo de muchos años de permanecer enterradas, cuando el arado las coloca en la superficie.

FRUTOS

Mientras que la semilla procede solamente del óvulo, el fruto se forma del carpelo, o de los carpelos, y a veces comprende otras partes de la flor. Su finalidad es proteger y diseminar las semillas. Cada fruto puede contener una o varias semillas. La producción del fruto se inicia normalmente por la fecundación, pero a veces el mero hecho de la polinización puede poner en marcha el proceso, aportando el estímulo necesario. Este estímulo es de naturaleza química, y, actualmente, es posible producir frutos sin semillas, artificialmente, aplicando la hormona adecuada a la flor. No obstante, a pesar de la ventaja que presentan los frutos sin semillas obtenidos de esta manera, tales prácticas no se han generalizado en la agricultura. Sin embargo, existen muchos frutos de plantas cultivadas en los que el desarrollo tiene lugar sin fecundación, por lo que no aparecen las semillas. Estos frutos suelen llamarse *partenocárpicos*, palabra que deriva del griego, significando algo así como "frutos vírgenes". El plátano o banana común es un ejemplo, así como las naranjas y pomelos (de marca) que tampoco contienen semillas.



La alubia (cuya semilla abierta se muestra arriba, y su germinación a la izquierda) tiene cotiledones grandes y carnosos, y plúmula y radícula pequeñas.

La semilla del ricino tiene una gran reserva de endospermo aceitoso, en el cual está incluido el embrión, que se muestra a la izquierda separado de la semilla.

Carpelo del botón de oro, seccionado para mostrar la estructura del óvulo y del grano de polen germinando.

Los frutos que derivan solamente del carpelo se llaman *frutos verdaderos*, mientras que los que contienen otros órganos reciben el nombre de *frutos falsos*. Otra clasificación es la de frutos secos y carnosos, pero ésta no es una división clara. Los frutos secos se subdividen también, según el modo en que se abren para la salida de las semillas.
Los *frutos simples* son los que derivan de una sola flor con un carpelo, o un

cierto número de éstos fusionados. Las capas de la pared del carpelo son el origen de las envolturas del fruto (*pericarpio*), que puede ser seco o carnoso. Como ejemplos tenemos la avellana, la vaina del guisante (un carpelo con varias semillas), las *bayas*, como las de la naranja y el tomate (ambas con varias semillas y varios carpelos), y las *drupas*, como la de la ciruela. La drupa difiere de la baya en el hecho de que la pared interna del carpelo produce un "hueso" duro. El "hueso" de la ciruela no es una semilla, sino una parte del fruto que contiene la semilla. Las drupas tienen, normalmente, sólo una semilla, mientras que las bayas suelen tener varias.

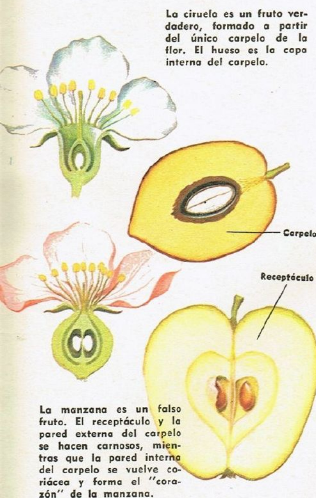
Los frutos secos que contienen varias semillas suelen abrirse esparciendo éstas, pero los que sólo tienen una semilla (por ejemplo, la avellana) no se abren, normalmente. El pericarpio debe pudrirse en el suelo, y entonces la semilla germina. Las flores en las que los carpelos están separados originan los *frutos compuestos*. El botón de oro (ranúnculo) produce una colección de nuececillas (*aquenios*), mientras que la zarzamora es un conjunto de drupas.

Entre los *frutos falsos* podemos citar la manzana y la fresa. En ambos, el receptáculo entra a formar parte del fruto. Los carpelos de la manzana están rodeados por el receptáculo, que se hincha para formar la parte carnosa del fruto. Las paredes del carpelo se hacen coriáceas (el corazón de la manzana) y contienen las semillas o pepitas. Los frutos de esta clase se llaman *pomos*. Otros pomos son la pera, la acerola y el membrillo. Las fresas son, en realidad, los receptáculos hinchados que llevan un gran número de pequeños frutos verdaderos, los granos o pepitas de la fresa, y cada uno se forma de un carpelo diferente.

Los *frutos complejos* son los que se forman de *inflorescencias enteras*, no de flores aisladas. Como ejemplo tenemos los higos y la piña americana. Las brácteas, los sépalos y los tallos florales intervienen en la formación de esos frutos. Aparte de esta clasificación general, muchos frutos reciben nombres especiales, según su tipo de constitución o de abertura; así, por ejemplo, el fruto seco conteniendo varias semillas y que se abre para esparcirlas, recibe el nombre de *cápsula* (en latín, cajita).

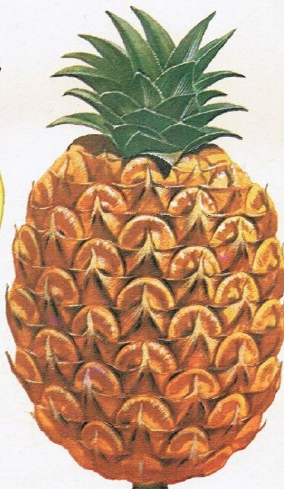
Este tipo de fruto podemos verlo, por ejemplo, en la amapola. El modo de abrirse las cápsulas es muy variable: por aparición de hendiduras longitudinales, orificios, levantamiento de una especie de tapa, etc. La *legumbre*, o fruto del tipo del guisante, formado por un solo carpelo con varias semillas, es un caso muy simplificado de cápsula, que se abre por una sola hendidura. En el fruto del trigo y de los cereales (llamado, normalmente, "grano") el pericarpio, muy delgado, está íntimamente unido a la única semilla. Este tipo de fruto seco se conoce con el nombre de *cariópside*. Una vez realizada la fecundación, el fruto pasa por una etapa de crecimiento, caracterizada por el aumento de tamaño y la aparición de distintas reacciones químicas (que se traducen en los cambios de acidez y contenido de azúcar del fruto), pasando sin transición a la etapa de maduración.

La maduración del fruto culmina con su abertura (*dehiscencia*), para poner las semillas en libertad, o con su caída de la planta, en el caso de los frutos *indehiscentes*. La caída de los frutos coincide, más o menos, con su madurez completa, pero en ocasiones, y para muchas plantas cultivadas, ocurren caídas precoces (manzanas, peras, cerezas), que causan perjuicios a los cultivadores. Actualmente se usan sustancias, como el ácido naftalenacético, que, aplicadas por pulverización a los árboles frutales, dan muy buenos resultados, impidiendo la caída de las manzanas antes de tiempo. La caída de los frutos ocurre por un proceso muy similar al de la caída de las hojas (formación de una lámina intermedia, o zona de separación, en el pedúnculo).



La ciruela es un fruto verdadero, formado a partir del único carpelo de la flor. El hueso es la capa interna del carpelo.

La manzana es un falso fruto. El receptáculo y la pared externa del carpelo se hacen carnosos, mientras que la pared interna del carpelo se vuelve coriácea y forma el "corazón" de la manzana.



La piña americana (ananá) es un fruto complejo, formado por la fusión de muchas flores.



Las zarzamoras son frutos compuestos formados por varias drupas, cada una de las cuales procede de un carpelo. (Abajo) La naranja es una baya procedente de varios carpelos, cuya pared externa produce la cáscara. Los carpelos son carnosos y cada uno contiene varias semillas.

Las fresas son falsos frutos producidos por los receptáculos hinchados. Las pepitas son los verdaderos frutos, procediendo cada una de un carpelo.

FLUIDOS EN MOVIMIENTO

Se denominan *fluidos* aquellos cuerpos cuyas moléculas tienen entre sí poca o ninguna coherencia y toman la forma de la vasija que los contiene, como los líquidos y los gases. Muchos de dichos cuerpos fluyen con bastante facilidad y raramente permanecen en reposo. La rama de la ciencia que trata de los fluidos en movimiento se conoce con el nombre de *Hidrodinámica.* Como ejemplo, se puede citar el agua que circula por una tubería, o la corriente de aire que se origina sobre las alas de un avión en vuelo.

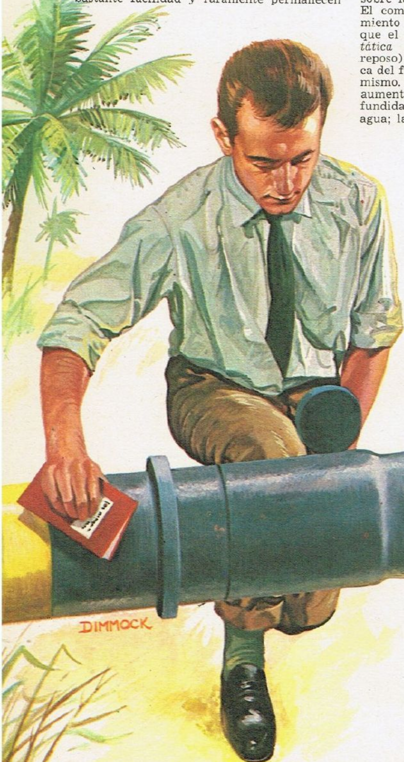
El comportamiento de un fluido en movimiento es, naturalmente, más complicado que el de un fluido en reposo. En *Hidrostática* (rama que trata de los fluidos en reposo), lo más importante de conocer, acerca del fluido, es la presión que actúa sobre el mismo. Un buzo experimenta tanto mayor aumento de presión cuanto mayor es la profundidad a la que está sumergido en el agua; la presión que soporta a una determinada profundidad es, simplemente, la suma del peso del agua por encima de él, y la presión del aire sobre la superficie del agua.

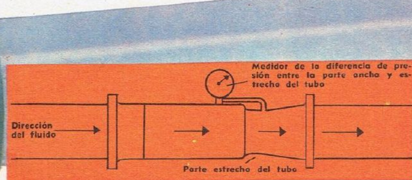
Cuando el agua se pone en movimiento, la presión se modifica. Es casi imposible predecir cuál es la presión y la velocidad del agua, por lo que el estudio de los fluidos en movimiento es muchísimo más complicado que el de los fluidos en reposo. Un buzo que se mueve a lo largo, y en el mismo sentido que una corriente submarina, probablemente no nota que la presión alrededor de él cambia. Pero, de hecho, al ponerse el agua en movimiento, la presión disminuye y, cuanto mayor es la velocidad, mayor es la caída de presión.

Esto, en principio, sorprende, pues parece que un movimiento rápido ha de ejercer una presión mayor que un movimiento lento. El hecho real, totalmente opuesto, fue primeramente expresado por el matemático suizo Daniel Bernoulli (1700-1782).

Si un fluido comienza a moverse, originando una corriente continua, debe existir alguna causa que origine dicho movimiento. Este algo es una presión. Una vez el fluido en movimiento, la presión cambia, bien sea aumentando o disminuyendo. Supongamos que aumenta. Al aumentar la presión, crece la velocidad del fluido, que origina un nuevo aumento en la presión; este aumento hace crecer el valor de la velocidad, y así sucesivamente.

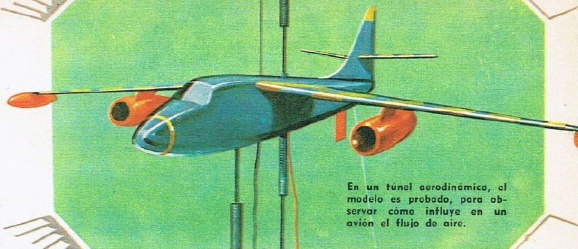
Aplicando el razonamiento a una pequeña ola, ésta llegaría a adquirir unas proporcio-





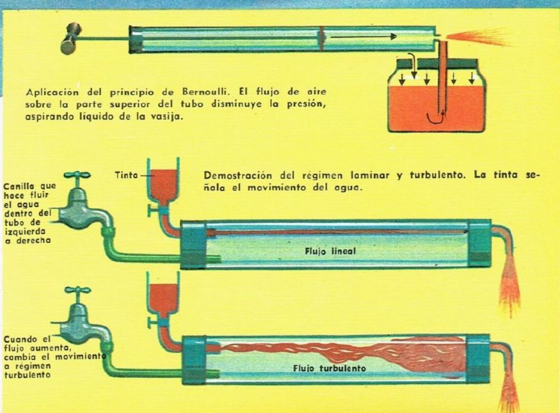
La velocidad con que circula un fluido por una tubería se mide con el contador de Venturi. El fluido pasa a través de un pequeño estrechamiento en una parte del tubo, y la velocidad con que fluye puede ser calculada mediante el principio de Bernoulli, midiendo la diferencia de presión entre las partes ancha y estrecha.

nes indescriptibles, lo que es absurdo. Por tanto, la presión de un fluido en movimiento disminuye con el aumento de velocidad.
Este principio, llamado *principio de Bernoulli*, tiene muy importantes aplicaciones prácticas. Puede demostrarse mediante un sencillo experimento. Sujetemos una hoja de papel horizontalmente por dos esquinas contiguas y soplemos por la parte superior. El extremo libre de la hoja de papel se levanta. Al soplar, se ha puesto el aire en movimiento, reduciéndose la presión sobre la superficie superior; al ser esta presión menor que la que ejerce el aire en reposo sobre la superficie inferior, el trozo de papel es empujado hacia arriba.
Este sencillo experimento demuestra las fuerzas ascendentes, que hacen que un avión se eleve en el aire. Cuando el avión es impulsado hacia delante, el aire situado alrededor de las alas se pone en movimiento. Éstas están especialmente diseñadas para que la corriente originada sobre la parte superior adquiera mayor velocidad que la de la parte inferior, con lo cual existe una diferencia de presión que hace que el avión despegue.
Otra aplicación de este principio es la medida de la cantidad de fluido, agua, gas o aceite, que fluye por una tubería. La presión del fluido puede ser medida fácilmente, pero es más difícil medir directamente la rapidez con que fluye. Sin embargo, la presión depende de la velocidad del fluido. Así, una vez conocida la presión (en la práctica debe medirse en dos o más lugares a lo largo de la tubería) la velocidad puede ser calculada. Ésta es la base del *contador de Venturi*, que es una manera de medir la velocidad con que circula el fluido. Consta, esencialmente, de un tubo con un estrechamiento. Cuando el fluido pasa a través del estrechamiento, aumenta su velocidad. Es como el cambio de tránsito desde una carretera doble a una sencilla, y luego a una doble otra vez. La circulación debe ser dos veces más rápida por el trozo estrecho, pues de otro modo el tránsito se entorpecería en la carretera ancha. Así, cuando el fluido penetra en el trozo estrecho del tubo, aumenta su velocidad, disminuyendo, con ello, su presión. Un manómetro mide la diferencia de presión entre la porción ancha y el ligero estrechamiento. De la lectura puede calcularse el flujo o cantidad de fluido que pasa por el tubo en un tiempo determinado, que es, de hecho, la misma en ambas partes de dicho tubo.
Aunque la utilidad del principio de Bernoulli se extiende a la interpretación de problemas sencillos sobre la circulación de un fluido, hay solamente un pequeñísimo número de ocasiones en las que se aplica exactamente. El movimiento del fluido es complicado por muchas causas. Una de ellas es la *viscosidad*, o roce entre sí de las moléculas del fluido; esto frena su movimiento. Otra dificultad consiste en que los cambios de presión pueden comprimir o expandir el fluido (fenómeno más intenso en los gases, porque tienen mayores índices de compresión y expansión que los líquidos).
Una limitación más importante estriba en que el flujo debe ser constante y uniforme. Sería posible aplicar el principio de Bernoulli para calcular presiones y velocidades de flujo en un río que se mueve lentamente, pero totalmente imposible en una catarata, donde el agua es turbulenta. Hay dos tipos diferentes de fluidos en movimiento; *lineal*, o lento y constante; y *turbulento*, movimiento rápido en remolinos, como el agua al pie de una catarata. El movimiento turbulento comienza cuando el fluido se mueve rápidamente. El principio de Bernoulli predice que algo extraño debe suceder cuando el fluido se mueve tan rápidamente que su presión tiende a cero.
Los diseñadores de aviones adaptan las alas para contrarrestar el movimiento turbulento originado por las corrientes de aire sobre ellas. Las alas son diseñadas de forma que mantengan lineal el movimiento de la corriente de aire con una velocidad del avión lo más alta posible. El rozamiento entre el aire y el ala es pequeño si el movimiento es lineal, puesto que las corrientes lineales son suavemente separadas por el ala. Si el movimiento del aire es turbulento, la fuerza que tiene que vencer es muchísimo mayor, y puede originar la caída del avión.


En un túnel aerodinámico, el modelo es probado, para observar cómo influye en un avión el flujo de aire.


El aire circula linealmente por la parte inferior del ala. Esto es flujo laminar. Por la parte superior, la continuidad se ha roto, formando remolinos. Esto es el flujo turbulento.

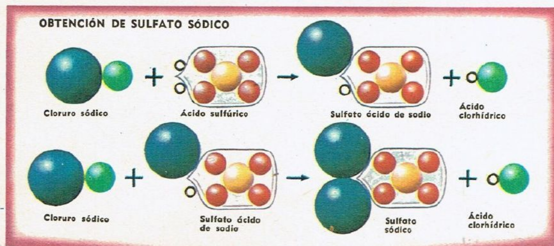

Un sencillo experimento demuestra el principio de Bernoulli. El papel se levanta, porque el aire en movimiento ha reducido la presión sobre la parte superior.



Aplicación del principio de Bernoulli. El flujo de aire sobre la parte superior del tubo disminuye la presión, aspirando líquido de la vasija.

Demostración del régimen laminar y turbulento. La tinta señala el movimiento del agua.

COMPUESTOS DE SODIO



Como es tan reactivo, el sodio metálico no se encuentra libre en la naturaleza. Muchos de sus compuestos, sin embargo, pueden encontrarse en cantidades relativamente grandes. Más del 98 % de la masa total de la Tierra está compuesto de sólo ocho elementos. El sodio, que ocupa el sexto lugar entre los más abundantes, constituye aproximadamente el 2,8 % de la masa de la Tierra.

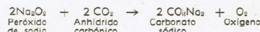
Los principales compuestos de sodio, que se encuentran en la Naturaleza, son el cloruro sódico (disuelto en el agua del mar y como sal de roca), el nitrato sódico (nitrato de Chile) y silicatos complejos de aluminio y sodio, tales como el feldespato sódico. Por la acción de los agentes atmosféricos, este último tipo de compuestos se convierte en arcilla y carbonato sódico. También es posible obtener carbonato sódico de las cenizas que dejan las plantas marinas al ser quemadas.

En otros números ha sido ya descrita la obtención a escala industrial de dos compuestos de sodio muy importantes: la del carbonato sódico, mediante el proceso Solvay, y la del hidróxido sódico (sosa caústica) por el procedimiento de Castner-Kellner. Casi todos los demás compuestos de sodio pueden obtenerse a partir de estos últimos o de cloruro sódico.

Con muy pocas excepciones, los compuestos de sodio son todos solubles en agua. Las sales sódicas de los ácidos fuertes (clorhídrico, nítrico y sulfúrico) son electrólitos fuertes (sustancias cuyas moléculas se disocian completamente en iones, incluso en soluciones muy concentradas).

De la solubilidad de las sales sódicas se saca mucho partido en el campo industrial. Esta propiedad se aprovecha, por ejemplo, para el "ablandamiento" de aguas duras. La pernutita es una resina cambiadora de iones, cuyas moléculas son silicatos alúmino-sódicos de complicada estructura. Si hacemos fluir a través de una columna rellena con esta resina el agua "dura" (agua que contiene una proporción de iones calcio mayor que la normal), los iones sodio de la resina y los iones calcio disueltos en el agua intercambian sus posiciones, con lo que el agua que fluye por el extremo inferior de la columna contendrá una proporción mucho menor de iones Ca^{++}, que son los que le comunican su "dureza". El jabón actúa en forma similar, ya que está compuesto de sales sódicas de ciertos ácidos orgánicos, las cuales reaccionan con los iones calcio de la solución para dar compuestos de calcio insolubles, que se precipitan en forma de grumos.

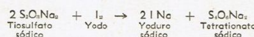
El peróxido de sodio es un sólido amarillo que se prepara haciendo pasar sobre sodio al rojo (300°C) una corriente de aire, de agua y anhídrido carbónico. Este compuesto tiene diversas aplicaciones. Se utiliza, por ejemplo, en los submarinos para eliminar anhídrido carbónico y proporcionar, a su vez, oxígeno, de acuerdo con la reacción:



El peróxido de sodio desprende oxígeno al mezclarse con el agua, lo que constituye una valiosa fuente de este gas en el laboratorio, cuando se necesitan pequeñas cantidades.

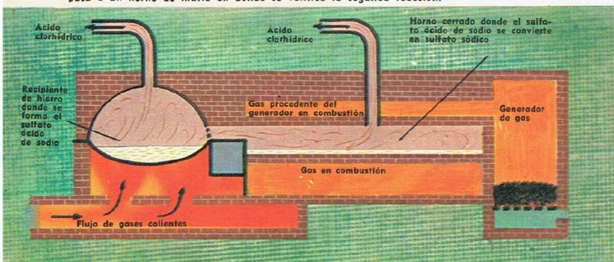
El sulfato sódico (SO_4Na_2), que se obtiene industrialmente añadiendo ácido sulfúrico concentrado y caliente sobre cloruro sódico, cristaliza con diez moléculas de H_2O por cada una de sal. Se conoce con el nombre de sal Glauber, y se utiliza en grandes cantidades en la manufactura de detergentes sintéticos. El sulfato sódico se emplea también en la industria textil y en tintorería.

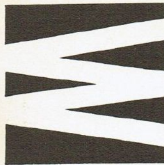
El tiosulfato sódico ($S_2O_3Na_2$) se utiliza muchísimo en fotografía. Reacciona con el bromuro de plata para formar un compuesto complejo, que es soluble en agua. De este modo puede ser eliminada la porción de bromuro de plata remanente en una película fotográfica que ha sido expuesta (en las áreas que han recibido luz, el bromuro de plata original se ha reducido a plata metálica). El tiosulfato sódico se utiliza también en análisis para encontrar la cantidad de yodo presente en una muestra. El yodo pasa a yoduro sódico, de acuerdo con la reacción:



Podemos saber cuándo la reacción finaliza añadiendo una pequeña cantidad de almidón. Cuando todo el yodo ha reaccionado, desaparece el color azul que este elemento da en presencia de almidón.

El sulfato sódico se fabrica en dos etapas. Primero se obtiene el sulfato ácido de sodio por reacción entre cloruro sódico y ácido sulfúrico concentrado en un recipiente de hierro. La pasta resultante se pasa a un horno de mufla en donde se verifica la segunda reacción.





NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

PIEDRAS PRECIOSAS ARTIFICIALES

La fabricación de las piedras preciosas artificiales ha sido, desde la antigüedad, un constante empeño del hombre. Estos esfuerzos tuvieron en general muy poco éxito hasta que, a principios del siglo XX, se sintetizaron los primeros rubíes. Gracias al considerable avance tecnológico producido por la segunda guerra mundial y a los recientes avances en la física del estado sólido, se han conseguido, en este campo, considerables progresos. La posibilidad de estudiar determinados procesos físicos en monocristales ha aumentado su importancia, y los cristales producidos artificialmente no sólo son utilizados en investigación sino que también han encontrado aplicaciones en la industria. La importancia de las piedras preciosas se debe, principalmente, a su dureza y, en segundo lugar, a los cambios que determinan en su color y en sus propiedades físicas, en general, las trazas de impurezas.

En uno de los métodos empleados **(el método de presiones ultraelevadas)**, es necesario utilizar, simultáneamente, grandes presiones y altas temperaturas, problema que fue parcialmente resuelto con el empleo de un material denominado pirofilita, que tiene la ventaja de que su punto de fusión aumenta considerablemente con la presión. La síntesis del diamante, efectuada por la General Electric estadounidense en 1955, se consiguió por este método, con el que pueden lograrse, en la zona de trabajo, presiones de unas 150.000 atmósferas a 3.500°C, siendo necesaria por tanto una prensa hidráulica de gran capacidad, que resulta difícil de construir. Este problema fue parcialmente resuelto con la introducción del yunque tetraédrico, el cual emplea cuatro émbolos, que ejercen la presión sobre las cuatro caras del yunque. Con esta disposición, es posible conseguir 80.000 atmósferas a bajo costo y con maquinaria fácil de construir. Además de diamantes, se han sintetizado, con este método, borazón (forma cúbica del nitruro de boro) y una variedad del granate.

Con el método de fusión a la llama, se obtienen rubíes de alta calidad. Su fundamento es muy sencillo: sobre uno de los extremos de una semilla de rubí (pequeño monocristal alargado, obtenido previamente) se va dejando caer alúmina finamente pulverizada, mientras se calienta con un soplete. El polvo de alúmina funde y cae sobre el extremo superior de la semilla, que se va retirando lentamente de la llama a medida que el cristal crece. De este modo, se pueden obtener con facilidad monocristales cilíndricos de hasta 45 cm. de longitud.

Todos los procesos descritos están, naturalmente, automatizados: el flujo de polvo, la temperatura y posición de la llama, así como el desplazamiento vertical del monocristal. Uno de los inconvenientes principales de este método es que los cristales se encuentran sometidos a elevadas presiones internas, como resultado de la desigual distribución de temperaturas, por lo que es frecuente el agrietamiento espontáneo.

El **método hidrotérmico** ha demostrado ser extraordinariamente valioso en la producción de monocristales de cuarzo (y otras sustancias silíceas) que se obtienen por cristalización a partir de soluciones acuosas. Para ello se utiliza un autoclave de paredes gruesas, capaces de resistir unas 1.000 atmósferas y 500°C de temperatura. Dentro del autoclave se encuentra la disolución acuosa de la sustancia de partida (por encima de 100°C la solubilidad en agua aumenta considerablemente), y suspendidas de su parte superior se sitúan las semillas. La solución se calienta por una plancha metálica adosada a la base del autoclave, con lo que se crea en su interior un gradiente de temperatura. La sustancia de partida se disuelve en el fondo y la solución asciende por convección. En la región superior, más fría, la solución está sobresaturada y la sustancia cristaliza sobre las semillas. Este método presenta varias limitaciones, como pueden ser el elevado costo del instrumental necesario y la imposibilidad de observar el crecimiento, lo que impide que en un momento dado puedan regularse la temperatura y la velocidad de cristalización con el fin de controlar los sucesivos pasos del proceso.

Actualmente se han desarrollado procesos con el mismo fundamento, pero que utilizan, en vez de agua, **fundentes sólidos** de puntos de fusión relativamente altos, tales como los halogenuros y carbonatos alcalinos, y el óxido y el fluoruro de plomo.

Se han obtenido diamantes de 0,2 g. por el método de las presiones ultraelevadas, con el empleo adicional de catalizadores metálicos que aceleran la conversión directa del carbono en diamante. El color de los cristales obtenidos puede modificarse alterando las condiciones de crecimiento.

Las variedades más conocidas del corindón son el rubí y el zafiro. Como ya hemos indicado pueden obtenerse ambas piedras preciosas por el método de fusión a la llama. El cromo proporciona al corindón una tonalidad roja; el níquel, amarilla; el titanio, azul, y el vanadio, azul verdoso. Aunque los detalles son secretos, el proceso más apropiado para la síntesis de esmeraldas ($BeO \cdot Al_2O_3 \cdot 6\,SiO_2$) parece estar fundado en el método hidrotérmico, aunque no pueda descartarse la utilización de un fundente sólido, si tenemos en cuenta los éxitos obtenidos con este último procedimiento en la obtención de otros monocristales.

A LA BÚSQUEDA DE NUEVAS FUENTES DE ENERGÍA: EL GAS NATURAL

El gas natural es una de las más preciadas fuentes energéticas que la Naturaleza nos brinda. Por ello, no es extraño que se esté procediendo a una afanosa búsqueda de sus depósitos naturales, a medida que crecen las necesidades energéticas del mundo. Convencidas de que el mayor depósito de gas natural se encuentra debajo del mar del Norte, las mayores compañías petroleras del mundo, Esso, Shell, Texaco y British Petroleum, deseosas de obtener alguna participación en futuros beneficios, tienen pensado gastar más de 100 millones de dólares en exploraciones y sondeos, durante los tres próximos años.

Las esperanzas de estas compañías no son pura especulación. En 1960, Esso y Shell encontraron una bolsa de gas (sus reservas se estiman en 1 billón de m.³) en la provincia de Groningen, en la costa holandesa, cerca de la frontera alemana. Parece que esta bolsa se extiende hacia el interior del mar del Norte, y ya el año pasado se comenzaron las exploraciones del fondo submarino. Aunque hasta el momento no se han obtenido resultados positivos, los geólogos están convencidos de que existen unos 100 billones de m.³ de gas bajo el mar del Norte. Los problemas políticos que plantea la posible existencia de esta gigantesca bolsa de gas natural son bastante espinosos, porque, según los cálculos, está situada, aproximadamente, en el centro de un círculo de 5 naciones: Inglaterra, Holanda, Alemania Occidental, Dinamarca y Noruega.



Posible existencia de una gigantesca bolsa de gas natural.



CORREO DE LECTORES

GENÉTICA

O. E. Méndez y otros. — Nos gustaría saber algo más acerca del D.N.A. y del R.N.A., y de su importancia en el mecanismo hereditario.

La cuestión es interesante; y sentimos que no pueda responderse con la amplitud que merece en el limitado espacio del Correo de lectores. En otros números se expondrá con detalle.

Los **cromosomas** (portadores de los factores hereditarios) tienen una naturaleza química compleja, consistiendo fundamentalmente en proteínas, ácido desoxirribonucleico (DNA) y ácido ribonucleico (RNA). Estos ácidos están formados por una combinación de sustancias más sencillas, llamadas polinucleótidos (varios miles de estas unidades en cada molécula de DNA). El DNA (que tiene diferencias químicas muy pequeñas con el RNA) parece ser la sustancia que contiene la "información genética", el sustrato material de los factores hereditarios que hace que el organismo se desarrolle de acuerdo con un determinado plan, constituyendo la base de la herencia.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

Los nucleótidos que forman el DNA contienen ácido fosfórico y un azúcar de 5 átomos de carbono (desoxirribosa); además, está presente una base orgánica, que puede ser de 4 clases distintas (adenina, guanina, citosina o timina). Pueden existir, por lo tanto, cuatro clases de polinucleótidos. La estructura de la molécula de DNA está formada por dos alineaciones o cadenas entrelazadas. Cada alineación corresponde a un largo polímero en que el ácido fosfórico sirve de enlace entre cada dos moléculas de azúcar. Las bases orgánicas están sobresaliendo en el centro de la doble cadena arrollada en espiral, manteniendo las dos alineaciones juntas. Para ello se aparean la citosina con la guanina, o la adenina con la timina. Esta doble cadena es capaz de replicarse a sí misma, manteniendo su integridad estructural, y de esta manera se trasmiten los caracteres hereditarios, con la división celular, a todo el cuerpo, a partir del óvulo fecundado o huevo. Es muy posible que los **genes,** que controlan la producción de enzimas, el desarrollo y el crecimiento, estén formados por DNA. El modo de realizarse estos procesos (a través de la síntesis de nuevas sustancias) puede depender de la forma en que las distintas bases están combinadas y ordenadas en las largas cadenas del DNA. El número de combinaciones posibles es enorme y, por tanto, no hay "letras" suficientes para "escribir" un código o **clave genética** que controle la formación de las características hereditarias del organismo, interviniendo en su desarrollo. Quizá muchas de las **mutaciones** (cambios bruscos en las características hereditarias) residan en cambios de colocación de las bases en el DNA. Las investigaciones sobre la "clave genética" son una de las partes más recientes y apasionantes de la ciencia biológica.

EL APARATO AUDITIVO DE LOS INSECTOS

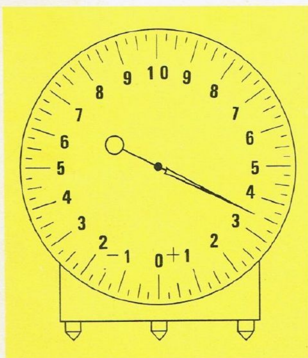
J. Laralis (Lomas de Zamora). — Desearía saber si los insectos hemípteros poseen aparato auditivo; si efectivamente lo poseen, a qué frecuencia está adaptado.

Las cigarras (**Cicada**) y otros géneros afines pueden presentar órganos auditivos muy complicados, llamados **órganos timpánicos.** En la cigarra, se encuentran en el segundo segmento del abdomen, y consisten en una especie de tambor cerrado por una membrana tensa colocada ante un orificio. Existe, además, una especie de saco abdominal de aire con finalidades de resonancia. Hay unos 1.500 órganos sensibles asociados con este tímpano. En otros géneros, y singularmente en los acuáticos, como **Nepa** (escorpión de agua), existen estos órganos timpánicos, pero más rudimentariamente desarrollados: se encuentran localizados en el tórax.

Otros órganos que permiten captar las vibraciones, a base de los movimientos del aire subsiguientes a los cambios de presión, son los **pelos sensibles,** que están fundamentalmente en las antenas, pero también en el cuerpo. En algunos hemípteros con antenas ligeras todo el flagelo de la antena puede ser sensible a la vibración, que se percibe con el llamado **órgano de Johston**, consistente en una serie de unidades sensibles en el segundo artejo de las antenas. Esto ocurre, por ejemplo, en la chinche carnívora **Reduvius personatus.**

El margen de sensibilidad varía grandemente según los géneros y especies. Para los órganos timpánicos puede haber respuesta para el margen comprendido entre los 250 y los 45.000 ciclos por segundo.

Y PARA CONCLUIR...



SEPAMOS CÓMO SE CALCULA

El número de dioptrías de una lente. — Los ópticos miden el poder de una lente en dioptrías. Una lente de una dioptría tiene una longitud focal de un metro; por tanto, el número de dioptrías de una lente será simplemente la inversa de su distancia focal.

$$\text{Dioptrías} = \frac{1}{\text{distancia focal (metros)}}$$

Por ejemplo, una lente convergente con una longitud focal de 25 cm. tendrá + 4 dioptrías, y una lente divergente cuya distancia focal sea de 133 cm. tendrá — 0,75 dioptrías. Al colocar juntas las dos lentes se obtendrá otra de 3,25 dioptrías, que sería equivalente a una lente cuya longitud focal fuera de 30,7 cm.

Uno de los métodos más convenientes de determinar las dioptrías de una lente es el que utiliza el aparato de la figura adjunta. Al apoyar contra los tres pivotes de la base la lente en estudio, la escala señala directamente el número de dioptrías. El pivote central es movible y está conectado a la escala de forma que, según sea la curvatura de la lente, hará moverse más o menos la aguja sobre la escala. Para calcular la distancia focal de una lente han de obtenerse las lecturas correspondientes a las dos superficies. La suma de ambas lecturas da la distancia focal expresada en metros.

FRASE DE LA SEMANA

Dijo Bernard Iddings Bell: "La verdad es que actualmente contamos con muchísimas personas capaces de hacer cosas, pero con muy pocas que verdaderamente las entiendan. Los técnicos abundan en Norteamérica como las pulgas en el perro. Los verdaderos pensadores parecen haberse desvanecido junto con los búfalos"."

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	30.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	3.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos	1.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4.—
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,25

Aparece todas las semanas

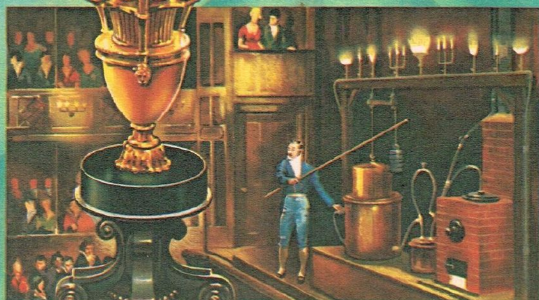
* Distribución a partir del 7 de setiembre de 1964.

Nº 48

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®







TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por
EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO I
TOMO IV
Nº 48

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: **ARGENTINA:** Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana, Carrera 7ª Nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S.A., Santo Domingo 1175, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela DC. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. Responsable Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S.A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** C. A. Venezolana de Publicaciones, Principal a Santa Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:

ALUMBRADO ARTIFICIAL. — Diversos ejemplos de luz artificial a través de los tiempos.



Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Lentes de contacto: rumor desmentido. — Un oftalmólogo de Boston (EE. UU.) sometió a la U. S. Food and Drug Administration, un informe en el que comunicaba la detección de 14 casos de ceguera entre personas que corrientemente utilizan lentes de contacto. Al principio se pensó que, tanto estos casos de ceguera como otras muchas lesiones del ojo que se habían registrado, eran debidas a impurezas, tales como ácidos libres, del plástico metacrilato de metilo, generalmente utilizado en la manufactura de las lentes de contacto. Posteriormente, se demostró que no existía ninguna relación entre estas impurezas y las lesiones. Parece ser que las causas principales de los daños registrados tienen su origen en el uso inapropiado que se hace de las lentes: es decir, en que se usan mal ajustadas, demasiado tiempo, etc. Esta confirmación ha tranquilizado a los individuos portadores de esas lentes, que sólo en los EE. UU. alcanzan el número de 5.000.000.

El diámetro de las estrellas. — Como ya hemos indicado en otros números de **TECNIRAMA**, el diámetro de las estrellas se mide por interferometría. Para ello, se recoge la luz de la estrella en dos espejos diferentes separados por una distancia relativamente pequeña. La luz recogida por ambos espejos se lleva a un telescopio, de forma que, aunque la distancia de la estrella a la Tierra sea enorme, la luz procedente de cada uno de sus bordes recorre una distancia ligeramente distinta antes de ser recogida por un espejo u otro. Esta pequeña diferencia de trayectoria es la causa de que ambos rayos interfieran, y, a partir de las figuras de interferencia formadas, es posible deducir el diámetro aparente de las estrellas.
Astrónomos australianos y británicos de la Universidad de Sidney han ampliado los límites de medida de los interferómetros convencionales, utilizando dos espejos parabólicos de unos 7 m. de diámetro de características especiales. En efecto, cada uno de ellos está formado por 250 espejos hexagonales, que tienen la misión de recoger la luz de la estrella en estudio y con ella **alimentar** a un sistema de tubos fotomultiplicadores. Cuando los dos espejos se enfocan sobre la estrella, se obtienen dos corrientes procedentes de ambos sistemas de tubos multiplicadores, las cuales, al combinarse, forman el equivalente electrónico de las figuras de interferencia luminosa. Este sistema resulta más barato que el método tradicional, que exigía pulimentar muy cuidadosamente los espejos, a fin de enfocar la luz recibida. Con este procedimiento se ha medido el diámetro aparente de Vega, habiéndose obtenido un valor de 0'0037 segundos de arco. Dado que la distancia de Vega es conocida, ha sido posible calcular su diámetro absoluto, que ha resultado ser de 4.500.000 Km.



NOTICIAS DE MAÑANA

Corfam: ventajoso sustituto del cuero. — Un nuevo sustituto del cuero, que presenta ciertas ventajas sobre él, ha sido producido y experimentado por Du Pont. Su aparición ha tenido un éxito comparable al que tuvieron en su día la introducción en el mercado del nilón y del dacrón. Después de varios años de fabricación y comprobación, el corfam está siendo usado por 32 firmas dedicadas a la manufactura de zapatos, y la demanda del producto es tal que se están construyendo dos plantas, una en Tennessee (EE. UU.) y otra en Bélgica, dedicadas exclusivamente a la fabricación del nuevo producto.
El corfam es un material indeformable, impermeable, poroso y muy resistente, cualidades que lo hacen insuperable como materia prima en la industria del calzado.
Es un plástico formado por una combinación de poliuretano y poliester, que se lamina en piezas semejantes al cuero, mediante un proceso bastante complicado. Antes de ser lanzado al mercado, 19.000 pares de zapatos hechos con este material fueron comprobados experimentalmente por una serie de futuros clientes: fuerza de policía, agentes comerciales, niños de edad escolar, etc. Los experimentadores encontraron que recalentaba el pie excesivamente, por lo que Du Pont modificó la porosidad del material, aumentando sus poros hasta el número de 10 millones por metro cuadrado. En la planta piloto de fabricación de este nuevo material, los zapatos son sometidos a una serie de rigurosas pruebas de control.
La fabricación de zapatos es sólo una muestra de las futuras posibilidades del corfam. Ya se ha empezado la fabricación de bolsos, maletas, cinturones, pelotas de béisbol, de fútbol, etc. También podrá ser utilizado para confeccionar trajes, abrigos y chaquetas lavables.

ALUMBRADO ARTIFICIAL

Por la noche, la Luna, que refleja la luz del Sol, da muy poca iluminación, y durante siglos el hombre ha alargado el día por medio de luz artificial. Las primeras fuentes de luz artificial fueron las llamas, el brillo rojizo de un fuego o la luz amarillenta de una vela. En éstas el calor de la llama hace que pequeñísimas partículas de carbono no quemado brillen casi al rojo blanco. Pero el fuego y la vela dan más calor que luz, y el color de la luz que dan es una mala imitación de la luz del Sol. Tanto el calor como la luz son dos tipos de *energía radiante*; difieren en el hecho de que la luz visible tiene longitudes de onda más cortas que el calor radiado.

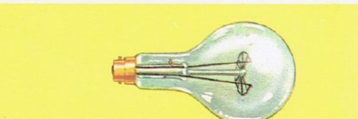
Un buen alumbrado artificial, para iluminación de los lugares donde la gente trabaja o vive, debe ser indistinguible de la luz del Sol. Si la luz es demasiado verdosa o amarilla, los colores se alteran. Muchas lámparas modernas de las calles son o amarillo brillante (lámparas de vapor de sodio) o blanco-verdoso (lámparas de vapor de mercurio), y ambas (pero especialmente las lámparas de mercurio) dan a la piel un color enfermizo. Tales lámparas son muy eficaces (es decir, producen mucha luz, económicamente), y en el alumbrado de las calles esto es más importante que el cambio de colores.

Muchas fuentes de luz son *incandescentes*. Cualquier sustancia, cuando se calienta, emite una radiación, que aumenta a medida que se calienta más. A temperaturas relativamente bajas, esta radiación se efectúa en forma de radiación invisible de calor de longitud de onda larga. Los carbones al rojo en las chimeneas emiten principalmente radiación colorida, pero están lo suficientemente calientes para emitir también ondas más cortas de luz amarilla y anaranjada. Se dice que una sustancia está incandescente cuando se ha calentado tanto que una gran parte de su radiación es de luz visible y por eso parece blanca. Las primeras lámparas incandescentes de tipo práctico tenían metales en los cuales una llama de gas o aceite calentaba una tela que estaba tratada con una mezcla de óxidos de cesio y torio. Estas sustancias se escogieron porque dan luz blanca brillante a temperatura moderadamente elevada.

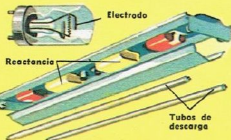
Sin embargo, una llama no es el único procedimiento de calentar algo hasta que se ponga incandescente. Las corrientes eléctricas son otro método porque calientan cualquier cosa que ofrezca resistencia a su paso. En 1810, Humphry Davy construyó la primera lámpara eléctrica. Pasó una corriente eléctrica a través de un pequeñísimo espacio de aire que separaba dos piezas de carbón. Las moléculas de aire se convirtieron en iones que bombardeaban los electrodos de carbón y los ponían al rojo blanco. Esta *lámpara* se llama de *arco*, y lámparas de arco que funcionan del mismo modo todavía se usan en fotografía y cinematografía cuando se necesitan luces muy brillantes.

LÁMPARAS DE FILAMENTO

Si una corriente eléctrica pasa a través de un hilo metálico delgado, éste se calienta porque tiene una resistencia eléctrica elevada (la cantidad de calor que se desarrolla en el hilo depende directamente de su resistencia). De este modo se hicieron las lámparas eléctricas de *filamento*. El filamento debe ser muy fino y las primeras lámparas de este tipo se hicieron con cordel recubierto de carbón. Thomas Edison fue el primero en desarrollar lámparas de filamento en los años setenta del siglo pasado, mientras que Joseph Wilson Swan trabajó sobre ellas casi al mismo tiempo.



Las lámparas de filamento funcionan durante unas 1.000 horas como promedio cada una. Su vida está limitada por el filamento de wolframio. Cuando la lámpara se enciende, éste alcanza los 3.000°C, e incluso en lámparas llenas de gas el filamento tiende a debilitarse a medida que parte del mismo se evapora en la superficie. Una vez que empieza la evaporación en cualquier parte del filamento, naturalmente esta parte se hace más delgada y por lo tanto aumenta su resistencia eléctrica. La cantidad de calor en el hilo depende directamente de su resistencia eléctrica y por lo tanto la parte más delgada está más caliente y se evaporará con más rapidez, hasta que se funda y finalmente se rompa.

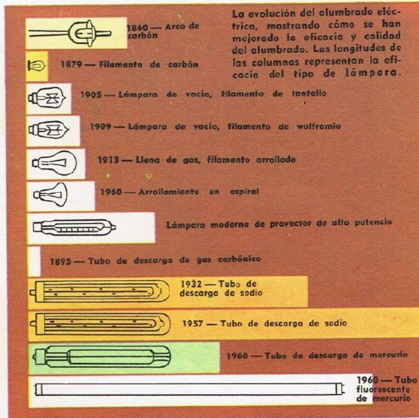


El alumbrado fluorescente desnudo dura cuatro o cinco veces más que el alumbrado por filamento. El tubo de descarga da menos luz a medida que envejece, aunque promediando entre toda su vida puede dar de cuatro a seis veces más luz que la lámpara de filamento para el mismo consumo de electricidad. La luz se debilita a medida que se gasta el cátodo y emite menos electrones para ionizar el gas.

Estas lámparas no darían luz durante mucho tiempo si estuvieran abiertas al aire, porque el carbón caliente reacciona químicamente con el oxígeno del aire y pronto se quema. El filamento carbonizado había de estar encerrado en un bulbo de vidrio en el que se había hecho el vacío.
Las lámparas de filamento de carbón no eran muy robustas y se ensayaron varias clases de metales para sustituir al carbón. El wolframio es el metal que resulta más conveniente. Puede estirarse en hilos muy finos y puede calentarse a temperaturas muy altas (3.000°C) antes de que funda. Cuanto mayor es la temperatura, la luz emitida es más blanca y por lo tanto la lámpara es más eficaz como fuente luminosa. El wolframio se utiliza en la mayoría de las lámparas domésticas. Incluso estos filamentos tienen una vida limitada. Cuando el filamento está brillando al rojo-blanco, los átomos vibran tan fuertemente que algunos se escapan de su superficie, o sea, se *evaporan*. De este modo el filamento se desintegra gradualmente y los átomos de wolframio se depositan en el interior de la lámpara, ennegreciéndola. La tendencia a evaporarse de los átomos es menor si el filamento está rodeado de moléculas de gas. Desde luego, el gas no debe combinarse químicamente con el wolframio y generalmente las lámparas están llenas de mezclas de nitrógeno con el gas inerte argón.
El llenar las lámparas de gas resuelve un problema pero crea otro. El gas suministra un medio por el cual el calor puede escapar del filamento al exterior de la lámpara. Para calentar el filamento se le suministra energía eléctrica y no es conveniente desperdiciar esta energía (que podría convertirse en energía luminosa) dejando que escape por medio del gas. En las primitivas lámparas eléctricas el filamento iba montado en una rejilla metálica con lo cual se perdía gran cantidad de calor a través del gas. Luego, al filamento se le dio forma *helicoidal* y se redujo la pérdida de energía. Con medio o un metro de alambre muy fino se pueden hacer helicoides de unos cinco centímetros de largo. En muchas lámparas modernas el helicoide se arrolla a su vez del mismo modo. Con ello se pierde todavía menos energía y las lámparas son más eficaces.
Un filamento puede ser demasiado brillante y resultar insoportable para mirarlo. El resplandor puede reducirse en las lámparas perladas esmerilando su superficie interior, de manera que la luz parece surgir de toda la lámpara. Muy poca luz se pierde por el esmerilado.
La lámpara eléctrica incandescente no es un método muy eficaz de producir luz. Esto se debe a que el filamento tiene que ser calentado antes de que emita luz, y se pierde mucha energía en hacerlo. Solamente alrededor de una décima parte de la energía eléctrica suministrada a la lámpara se convierte en luz y el bulbo de vidrio se calienta bastante. Además, estas lámparas nunca reproducen exactamente la luz del sol.

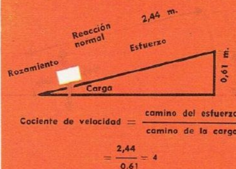
TUBOS DE DESCARGA

La luz se puede obtener de un modo cuatro o seis veces más eficaz con tubos de descarga de gases. En ellos un haz de electrones (esto es, una corriente eléctrica) se hace pasar entre dos placas metálicas (los *electrodos*) en un tubo lleno de gas. El tubo generalmente contiene una mezcla de neón con vapor de mercurio o de sodio. El haz de electrones hace que una de las placas se evapore, bien calentando el cátodo o estableciendo una tensión muy alta entre las dos placas. El paso de la corriente eléctrica arranca electrones de las moléculas de mercurio o sodio que forman el gas dentro del tubo. Se dice que *ioniza* el gas. Los iones resultantes están *excitados* y emiten luz de colores definidos, de manera que el color de la luz emitida depende del vapor o gas en el interior del tubo. La luz se emite constantemente si el gas es excitado continuamente por la corriente eléctrica.
Los vapores de sodio y mercurio dan una luz muy intensa. La luz del sodio es amarilla y la del mercurio blanco-verdosa. La luz de gas carbónico es casi como la del día, pero su intensidad es muy pequeña y el gas ha de renovarse con frecuencia. El mercurio o el sodio, mezclados con neón, son los de mejor resultado práctico. Los tubos de descarga se usan para alumbrado de las calles porque representan un método eficaz de convertir energía eléctrica en luz. Pero debido a que su luz es coloreada no es muy conveniente para alumbrado doméstico. Afortunadamente, hay un método sencillo de obtener luz blanca de un tubo de descarga. Además de emitir una luz verdosa brillante una lámpara de descarga de mercurio emite también mucha luz ultravioleta. Ésta es invisible, pero existen ciertas sustancias que *fluorescen*, es decir, absorben radiación ultravioleta y la convierten en luz blanca visible. La parte interior del tubo de descarga se recubre de plomo fluorescente. Seleccionando un polvo apropiado se puede conseguir que la luz sea comparable a la del día. Un tubo recubierto, además de dar una luz brillante, está bastante frío porque la fluorescencia tiene lugar a cualquier temperatura. La luz ultravioleta perjudicial no puede escapar del tubo porque la que pasa a través del polvo fluorescente es absorbida por el vidrio. Las lámparas fluorescentes de descarga tienen forma de tubos largos. Éstos son la base del alumbrado desnudo moderno. Debido a que la luz se origina realmente en la superficie interior del tubo, la luz fluorescente da sombras con menos contraste.



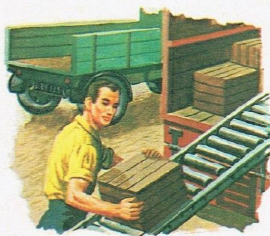
La evolución del alumbrado eléctrico, mostrando cómo se han mejorado la eficacia y calidad del alumbrado. Las longitudes de las columnas representan la eficacia del tipo de lámpara.

EL PLANO INCLINADO



$$\text{Cociente de velocidad} = \frac{\text{camino del esfuerzo}}{\text{camino de la carga}} = \frac{2{,}44}{0{,}61} = 4$$

Por lo tanto, si no hubiera resistencia debida a rozamientos, una carga de 100 Kg. se podría subir por el plano con un esfuerzo de 25 Kg. Pero en la práctica sería de 35 Kg. a 45 Kg., según la naturaleza de las superficies.



Un plano inclinado con rodillos reduce los rozamientos cuando se han de cargar cajas.

Una máquina tiene por objeto utilizar ventajosamente energía para producir trabajo. En general, la máquina proporciona un modo más fácil de hacer el trabajo, pero en ningún caso se puede conseguir de la máquina más trabajo que el que se le suministra. Artículos anteriores sobre palancas y poleas han demostrado que es posible, en comparación, levantar grandes pesos mediante la aplicación de fuerzas pequeñas.

El plano inclinado es otro medio para levantar un gran peso con facilidad. Es especialmente útil para cargar barriles y toneles, puesto que se pueden rodar hacia arriba por la pendiente. Este método se usa, actualmente, para cargar barriles de cerveza en carros y camiones de reparto, pero hace tiempo se utilizó mucho más ampliamente. El plano inclinado debe de haber sido una de las pocas máquinas que el hombre tenía en la antigüedad. Por ejemplo, los primitivos egipcios utilizaron las pendientes en gran escala para la construcción de las pirámides.

Se requiere una fuerza mayor para mover la carga en un plano con fuerte ángulo de inclinación que en otro menos inclinado. Sin embargo, el *trabajo total* que se requiere para levantar la carga a una misma altura *es el mismo*, cualquiera que sea el ángulo de inclinación del plano. Por otra parte, se ha de realizar un trabajo adicional para vencer las fuerzas de fricción entre la carga y el plano, y éstas son menores cuanto mayor sea el ángulo de inclinación del plano con la horizontal.

El *cociente de velocidad* de cualquier máquina se obtiene dividiendo la distancia a lo largo de la cual se traslada la fuerza aplicada (o esfuerzo) por la altura a la cual se eleva la carga. Como en las otras máquinas, el cociente de velocidad de un plano inclinado se calcula a partir de sus dimensiones. La distancia que recorre la fuerza aplicada es la distancia a lo largo del plano, mientras que la distancia a la cual se eleva la carga es la *altura* a la que se encuentra.

Puesto que las fuerzas de fricción, o rozamiento, tienen un efecto mucho mayor en el rendimiento del plano inclinado que en otras máquinas (especialmente poleas), se gana muy poco intentando calcular la *ventaja mecánica* (carga/esfuerzo) a partir de consideraciones teóricas. Es más conveniente encontrar experimentalmente la ventaja mecánica, y utilizarla como un medio de calcular la magnitud de las fuerzas de rozamiento.

La fricción por la acción de rodar que se experimenta al cargar barriles (y otros objetos de sección circular) es pequeña si se compara con la fricción de deslizamiento que se debe vencer cuando se empujan cajas (o se tira de ellas) por un plano inclinado. Por esta razón, el plano inclinado se ha utilizado durante muchos años para cargar barriles. Recientemente, sin embargo, el trabajo adicional necesario para cargar cajas se ha reducido considerablemente, mediante el empleo de planos inclinados provistos de rodillos metálicos. En este caso, los rozamientos se han reducido al cambiar la fricción de deslizamiento por fricción de rodadura.

Un plano inclinado se utiliza con mucha frecuencia como una ayuda para cargar barriles.

LA DISPERSIÓN DE LOS FRUTOS

Las adaptaciones de las plantas a un modo de vida concreto o a una situación determinada es más difícil de observar que la de los animales. Los animales se mueven y resulta posible observar cómo actúan, cómo usan ciertos órganos y cómo se comportan cuando realizan sus funciones ordinarias. Hay, no obstante, muchas señales externas que permiten seguir las adaptaciones de las plantas y conocer sus actividades. Todo el mundo ha visto cómo flotan en el aire las flores de los cardos o del diente de león, y cómo caen, a cientos, los frutos del arce apenas el viento agita sus ramas. Otro tanto ocurre con los llamativos frutos del acebo o del espino, de característico color rojo. Todas estas señales nos indican que las plantas han cumplido con su tarea de producir semillas. Éstas contienen embriones que, al desarrollarse, dan lugar a nuevas plantas, que, a su vez, vuelven a producir semillas. De esta manera cada especie asegura su supervivencia. Las semillas de las plantas silvestres, abandonadas a sí mismas, corren muchos riesgos y, en su mayoría, no consiguen sobrevivir. Para contrarrestar ese riesgo, poseen los medios para reproducirse en gran número. Muchas plantas (por ejemplo: la mostaza, especies de la gramínea Agrostis, etc.) están constituidas de tal forma que producen una infinidad de semillas muy pequeñas; de éstas, sólo un grupo muy reducido (a veces en proporción inferior a 1:1.000) llega a germinar. De hecho, en la vegetación natural, en la que el número de individuos no parece aumentar con el tiempo, cada individuo debe producir, por término medio, un solo descendiente.

Si sucediese de otra forma, el número de los seres vivos iría creciendo hasta el infinito, y la tierra sería rápidamente insuficiente para contenerlos. De la regulación del número de individuos se encarga la selección natural (competencia y lucha por la vida).

Si las plantas que germinan se hubieran limitado a caer cerca de las plantas maternas, sus probabilidades de sobrevivir serían pocas. Los animales podrían encontrar fácilmente estos depósitos y destruirlos; las semillas, al nacer, estarían tan amontonadas que tendrían que luchar entre sí por la luz, el agua, las sustancias minerales, etc., y las enfermedades se propagarían entre ellas rápidamente. Mientras, amplios territorios quedarían libres. Por otra parte, si la planta no se extendiese ocupando nuevas zonas, y quedase localizada en un lugar reducido, podría ser destruida de una vez para siempre por una catástrofe local o un cambio en las condiciones climáticas.

Se conocen, de hecho, algunas importantes emigraciones de plantas, en períodos geológicos antiguos, debidas a cambios climáticos. Durante el período cuaternario, las cuatro grandes épocas glaciales, períodos de intenso frío, hicieron "emigrar" hacia el sur a muchas plantas que necesitaban calor. Estas "emigraciones", como es lógico, se desarrollaron a lo largo de miles de año. La flora de Norteamérica es más rica en especies que la de Europa (aunque ambas poseen elementos parecidos) debido, seguramente, al hecho de que en Norteamérica muchas especies pudieron escapar hacia el sur, a través del istmo de América Central; en Europa, en cambio, con la retirada cortada por el mar, no cupo este recurso. Ésta es la razón de que en Europa falten muchas especies de plantas (magnolia, buganvilla, etc.) norteamericanas que, al ser trasplantadas por el hombre, se adaptan con facilidad a las condiciones del clima europeo.

El hecho de que las plantas puedan esparcir o *dispersar* sus semillas —unas veces a grandes distancias; otras, a sólo unos centímetros— utilizando para ello una gran variedad de recursos, hace que aumenten considerablemente sus posibilidades de supervivencia. Las semillas pueden dispersarse por sí mismas o ser llevadas con el fruto. En algunos casos, toda la planta puede servir de vehículo para la dispersión. Éste es el caso de algunas "rastreras" (*salsola*), que se dan en lugares secos. La planta, al morir y secarse, se desprende del suelo y es arrastrada por el viento. Tiene, en ese momento, debido a que sus ramas secas están contraídas y curvadas, la forma aproximada de una bola. Puede ser trasportada en estas condiciones por el viento, que la hace rodar por el suelo; al chocar con éste, las semillas se van esparciendo. Este tipo de dispersión es muy corriente en aquellos lugares donde la vegetación ralea, y los espacios son abiertos (el desierto, por ejemplo), pudiendo recorrer las plantas grandes distancias. Las semillas a las que el viento dispersa aisladamente, las de las orquídeas y la digitalis, entre otras, suelen ser muy ligeras. Estas semillas no tienen ninguna propiedad especial, dispersándose con facilidad por su poco peso; otras semillas, en cambio, pueden presentar "alas". Éste es el caso de los frutos del pino, fresno, olmo y arce. Algunas plantas, como el diente de león, el cardo lechero (*Sonchus*), la clemátide, el algodón, el sauce y el chopo, presentan unas prolongaciones pilosas en sus semillas o frutos, que les sirven de paracaídas para retardar su caída. De este tipo son los típicos "vilanos", muy frecuentes en la familia de las compuestas, que suelen consistir en una serie de pelos plumosos dispuestos alrededor de un vástago, en forma de cono. En algunas plantas tropicales (*My-*



Dispersión por el viento - Semillas o frutos con "vilanos" o "alas".

Y DE LAS SEMILLAS

zodendron) estos pelos pueden tener hasta 13 cm. de longitud. Los "vilanos" trasportan mejor las semillas que las "alas"; estas últimas, sin embargo, suelen estar asociadas con semillas más pesadas. En algunas plantas, como la escabiosa (flor de viuda), el aparato de vuelo, que recuerda por su forma a los "vilanos", tiene una consistencia membranosa. A veces, el aparato de vuelo sirve también para fijar la semilla a determinados animales; son complicados (así, el ramificado de los *Cometes*, expresivo nombre que recibe una planta tropical). Los "vilanos" pueden trasportar la semilla muchos kilómetros. A veces están dispuestos de tal forma que, al cabo de algún tiempo, se desprende el aparato volador del resto del fruto.
En muchas plantas compuestas las brácteas que rodean el capítulo con los frutos se cierran o se abren, según la humedad atmosférica, permitiendo sólo que los vilanos puedan volar cuando hace buen tiempo. El delicado aparato plumoso pierde su eficacia si llega a mojarse por la lluvia.

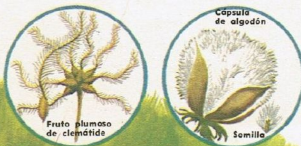
Los aparatos voladores formados por expansiones en forma de alas son también de gran diversidad. Los hay de una sola "ala", caso del pino, el abeto y el fresno. En el arce, dos semillas juntas, provistas cada una de su "ala", pueden funcionar a modo de hélice. Este dispositivo sirve para que las semillas, una vez en el suelo, puedan ser elevadas por las corrientes ascendentes de aire. Algunas plantas tropicales presentan dispositivos con tres, cinco y hasta nueve alas.

En algunas plantas, como la amapola y ciertas campanillas, existen los llamados mecanismos de *incensario*. Las semillas están contenidas en una cápsula (el fruto) que se abre formando agujeros o dientes. En otros casos, la cápsula se abre a lo largo. Cuando las cápsulas son colgantes, basta con una ligera brisa para que se esparzan las semillas. Si las cápsulas están sobre tallos erectos pero algo flexibles, como ocurre en las amapolas, las semillas pueden ser lanzadas por el tallo, al recuperar éste la postura vertical que le había hecho perder el viento. A veces, la cápsula se comporta de un modo muy peculiar, como es el caso de algunas especies alpinas de linaria. Esta planta crece a una altura bastante elevada de las montañas, sobre terrenos muy escarpados entre las grietas de los peñascos. El pedúnculo floral crece en dirección a la luz, es decir, apartándose de la pared rocosa de donde brota la planta. Al madurar, la cápsula se orienta en dirección contraria, o sea, hacia la roca y sus grietas, depositando las semillas por aquella parte.

Hay relativamente pocas plantas cuyos frutos o semillas se adapten a la dispersión por medio del agua. Esto está prácticamente reservado a las plantas acuáticas o a las de ribera. El agua de lluvia, sin embargo, desempeña un papel importante en la dispersión de numerosas plantas, cuyas semillas arrastra, y lo mismo ocurre en los regadíos, cuya agua es un vehículo de expansión para numerosas malas hierbas. Algunas plantas, como el cocotero, el aliso y el lirio acuático, tienen medios especiales con los que sus frutos son trasportados por el agua. El coco (que es un fruto de *drupa*) tiene una cubierta externa fibrosa en forma de crin, que es eliminada en las fruterías antes de exponer los frutos para la venta. Esta cubierta, que retiene gran cantidad de aire, es muy ligera y permite que flote el fruto. El coco puede, así, navegar por el mar muchos kilómetros. El cocotero parece ser oriundo de Malasia; es posible que esta planta se aclimatase en la costa oriental de África y en muchas islas tropicales, después de que sus frutos fueron arrastrados hasta allí por las corrientes.

Las semillas del lirio acuático, o ninfea, tienen una cubierta esponjosa —el *arilo*— con numerosos huecos llenos de aire; esto les permite flotar y alcanzar distancias considerables. En algunas especies del mismo género se da un fruto colectivo, que flota, a modo de barquito, acarreando muchas semillas.

Los animales desempeñan un papel importante en la distribución de las semillas. Muchas plantas tienen semillas en el interior de frutos carnosos y brillantemente coloreados, para atraer a los animales. Las semillas, de ordinario, están protegidas por una cubierta fuerte. La parte dura no es ingerida



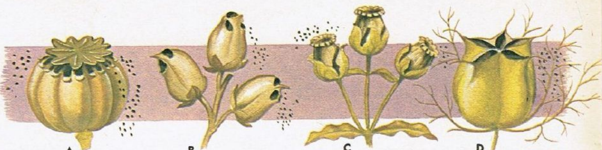
Los animales son factores importantes en la dispersión de frutos y semillas. (Arriba) Un tordo se limpia el pico, para quitarse los restos del pegajoso fruto del muérdago, frotándolo en una rama. (Abajo) El jilguero hace caer algunos frutos del llantén mientras consume otros; una ardilla con una avellana; una hormiga que lleva una semilla de aliaga.

por los animales, que se limitan a picotear o mordisquear la parte carnosa, abandonando el resto.

En el muérdago, la carne del fruto es pegajosa y se adhiere al pico de los pájaros que se alimentan de ella. Así quedan pegadas algunas semillas, y, cuando el pájaro se limpia los restos de comida en una rama, las semillas quedan allí, y pueden germinar como parásitas del árbol. Como es sabido, el muérdago vive sobre las ramas de distintos árboles, introduciendo en los tejidos de éstos unas "raíces", chupadoras, con las que absorbe la savia.

Por otra parte, sucede a veces que el animal traga todo el fruto, digiere la parte carnosa, y la dura pasa sin afectarse a través del tubo digestivo para ser expulsada con las heces en otro sitio. La parte dura de la semilla puede quedar ablandada por la acción de los jugos digestivos. Entonces germina fácilmente. Pero muchas semillas desaparecen, digeridas por los mamíferos (que las rompen con sus dientes) o por los pájaros, que las parten con sus picos y las trituran con sus mollejas (buches).

La porción carnosa de los frutos puede desarrollarse a partir de elementos muy distintos. En las drupas (cereza, acebo, ciruela, damasco) y en las bayas (uva, muérdago, naranja) se forma en la pared del ovario (todos los nombrados son *verdaderos* frutos). En los pomos (por ejemplo: manzana), en la fresa, y en el escaramujo de la rosa, la carne se forma del receptáculo, que se hincha enormemente (todos ellos son *falsos* frutos). El color brillante, el aroma, el sabor y las propiedades alimenticias de los frutos, tienen como objeto la atracción de los animales, y hacen más fácil la dispersión de las semillas. En ocasiones, la misma semilla puede ser carnosa. En el *tejo*, por ejemplo, la semilla posee un *arilo* brillantemente coloreado de rojo, que se desarrolla después de la fecundación. Algunas semillas, como las del ricino, contienen en un extremo pequeños corpúsculos de naturaleza carnosa y grasienta. Esta parte de la semilla parece que atrae a las hormigas, que desempeñan un papel importante en la dispersión. Algo análogo puede observarse en las semillas de celidonia.



Dispersión por el viento - "Mecanismo de incensario". (a) Cápsula de amapola; (b) cápsula de boca de dragón; (c) cápsulas de coronaria; (d) cápsula de nigela.

Muchos frutos y semillas se adhieren, por medio de ganchos, a la piel de los animales que pasan cerca. Este tipo de frutos lo encontramos en el cadillo (*Xanthium*), que tiene toda la superficie recubierta de pequeños anzuelos retorcidos. Por su facilidad para engancharse, los niños lo emplean en los juegos como proyectil que se enreda firmemente en los jerseys o en el cabello. A causa de los ganchos, algunos frutos son trasportados por las ovejas prendidos en la lana, y son una seria preocupación para los ganaderos por el desprecio que este defecto supone para la lana esquilada. En las lanas importadas de países lejanos se encuentra siempre una variedad de extrañas semillas de esta clase. Parecidos, en cuanto a sus efectos, son los aguijones de muchas umbelíferas y las barbas de las gramíneas, como las de la cebadilla de ratón. En la agrimonia, la parte superior del receptáculo se encuentra cubierta de ganchos. Otras semillas consiguen el trasporte por medio de la adherencia con una sustancia. Cuando se humedecen, las semillas del llantén y del pan de pájaro se vuelven pegajosas. Entonces se adhieren a las plumas de las aves y al pelo de los mamíferos. Hay otras semillas, como la camelina, que utilizan esta propiedad adherente para fijarse al suelo para la germinación. Algunos animales dispersan semillas y frutos con las patas. Las aves acuáticas recogen semillas adheridas al barro y luego las trasportan.

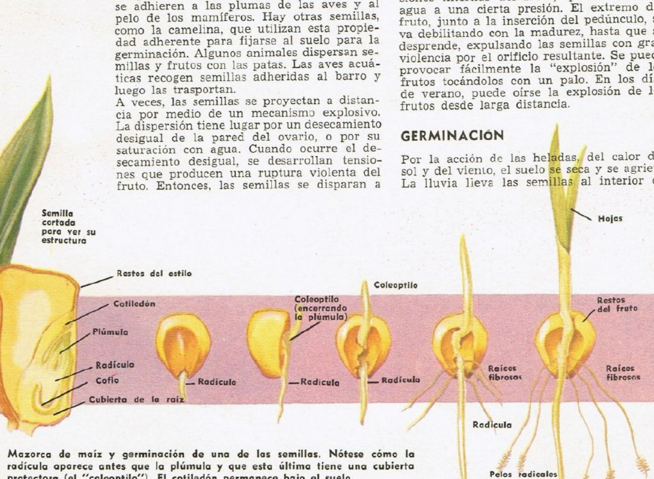
A veces, las semillas se proyectan a distancia por medio de un mecanismo explosivo. La dispersión tiene lugar por un desecamiento desigual de la pared del ovario, o por su saturación con agua. Cuando ocurre el desecamiento desigual, se desarrollan tensiones que producen una ruptura violenta del fruto. Entonces, las semillas se disparan a una cierta distancia de la planta madre. Éste es el medio que utilizan para su dispersión las legumbres, como el guisante. El jaramago y la violeta disponen de mecanismos parecidos para la abertura de sus frutos. En las flores maduras de los geranios silvestres (que no son muy parecidos externamente al "geranio" cultivado, o pelargonio) se distinguen perfectamente unas curiosas catapultas encargadas del disparo de las semillas. Muy parecidas son las de los "picos de cigüeña" (*Erodium*).

Mecanismos explosivos de otro tipo se observan en la bolsa de pastor y en las oxalis. En un árbol de América tropical, llamado salvadera, las diferencias de tensiones entre los tejidos producen un violento desgarro de los frutos, con la proyección de las semillas hasta 14 metros de distancia. Es curioso comprobar que, en las plantas que poseen semillas aplastadas y mecanismo proyector, las semillas están en la cápsula de forma que son lanzadas al aire de canto y no de plano. La balsamina emplea para el lanzamiento de las semillas la elasticidad de los segmentos a que queda reducida su cápsula después de abrirse.

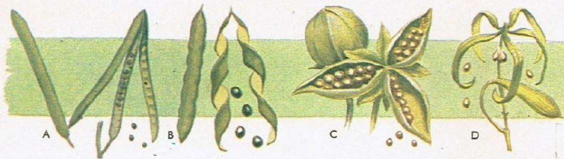
En el caso del pepinillo del diablo, planta muy frecuente en el sur de Europa, en los campos sin cultivar y a orillas de los caminos, la explosión se verifica por las tensiones internas del fruto, que se llena de agua a una cierta presión. El extremo del fruto, junto a la inserción del pedúnculo, se va debilitando con la madurez, hasta que se desprende, expulsando las semillas con gran violencia por el orificio resultante. Se puede provocar fácilmente la "explosión" de los frutos tocándolos con un palo. En los días de verano, puede oírse la explosión de los frutos desde larga distancia.

GERMINACIÓN

Por la acción de las heladas, del calor del sol y del viento, el suelo se seca y se agrieta. La lluvia lleva las semillas al interior de



Mazorca de maíz y germinación de una de las semillas. Nótese cómo la radícula aparece antes que la plúmula y que esta última tiene una cubierta protectora (el "coleoptilo"). El cotiledón permanece bajo el suelo.



Mecanismo explosivo: (a) Frutos de jaramango, antes y después de estallar; (b) vainas del laburno; (c) cápsula de violeta antes y después de estallar; (d) cápsula de balsamina antes y después de estallar.

las fisuras. Por otra parte, muchos de los habitantes del suelo (lombrices, hormigas) introducen las semillas en sus túneles. Hay semillas que poseen adaptaciones especiales para introducirse en la tierra. Algunas especies de *Stipa* (gramínea de sitios desérticos) desarrollan un resorte formado por circunvoluciones de la barba. Este resorte es higroscópico, se distiende al humedecerse, y hace rotar a la semilla sobre su eje longitudinal. La semilla tiene forma de huso, con una punta aguda en su extremo inferior. Parece que el movimiento de rotación hace que la semilla penetre en el suelo, cuando la tierra está blanda y húmeda.

Estas semillas pueden herir a los carneros que pastan junto a la planta madre.

Otros frutos se anclan en el suelo con pelos o ganchos. En el caso de la castaña de agua, el mecanismo de anclaje formado por grandes espinas es muy eficaz para retener al fruto en el fondo de los cursos de agua, permitiendo la germinación, a pesar de los movimientos de las corrientes. Los granos de la avena aumentan de longitud cuando se hinchan, y así penetran en el suelo húmedo. Muchas semillas quedan cubiertas por las hojas muertas y otros despojos. Las ardillas y el arrendajo facilitan la siembra de muchas semillas forestales, enterrándolas. El arrendajo, especialmente, parece tener mala memoria y olvida con frecuencia sus depósitos, en beneficio de la repoblación forestal. Las semillas que quedan enterradas están mejor protegidas que las que permanecen sobre la superficie del suelo. En primavera, cuando la tierra se calienta y hay agua y humedad suficientes, las semillas se desarrollan o *germinan*.

Las semillas que quedan en la superficie pueden germinar también introduciendo sus raíces en el suelo, gracias a la tendencia de éstas a dirigirse en sentido de la gravedad. Sin embargo, en este caso los riesgos de fertilidad son mayores. No obstante, ciertas semillas germinan mejor a la luz que en la oscuridad.

En la germinación, la semilla absorbe grandes cantidades de agua y se hincha. A veces, la cubierta sufre tal tensión que llega a reventar. La reserva acumulada en forma de sustancias alimenticias proporciona la energía necesaria para el crecimiento. En la judía (chaucha) y el haba, los cotiledones son depósitos de alimento. En otras plantas, como el ricino, la reserva está acumulada fuera de los cotiledones, en un tejido especial llamado *endospermo*. La actividad de la semilla se patentiza por el aumento de la respiración y por la elevación de la temperatura, que se comprueba fácilmente si se introduce un termómetro en un tubo donde germinan arvejas. La presión de hinchamiento es muy grande y se puede comprobar colocando un émbolo cargado con un peso en el tubo donde germinan las semillas.

Generalmente, la joven raíz, o *radícula*, es lo primero que aparece a través de la cubierta de la semilla, y crece hacia abajo, guiada por la gravedad. El joven tallo —*plúmula*— aparece poco después, y crece hacia arriba. Su punta permanece doblada hacia abajo hasta que alcanza (o rompe) la superficie del suelo. De esta forma, una porción más vieja se encarga de atravesar el suelo, y el frágil ápice vegetativo queda protegido en este momento delicado. En cuanto atraviesa el suelo, la punta se endereza rápidamente y crece hacia arriba.

En el haba y la judía, los cotiledones quedan bajo la superficie y dan alimentos a la pequeña planta hasta que el primer par de hojas empieza a producir sustancias alimenticias. En el ricino, la pequeña planta se alimenta del tejido endospérmico. Los cotiledones permanecen uno a cada lado de la plúmula, protegiéndola en su crecimiento. Ambos constituyen el primer par de hojas verdes.

La germinación de la semilla no siempre tiene lugar inmediatamente después de la maduración, pues antes suele pasar por un período de *reposo*. Para que la semilla inicie su actividad, son necesarias, a veces, condiciones muy especiales, como la exposición al frío durante cierto tiempo, o el desgaste de la cubierta. El tiempo durante el cual las semillas son viables, o capaces de germinar varía mucho y depende de las condiciones en que están almacenadas. El período máximo oscila, generalmente, entre 2 y 10 años. Sin embargo, han germinado semillas de geranio de más de 50 años de edad.

En depósitos de turba de Manchuria, pertenecientes a un antiguo lago, se encontraron semillas de loto de la India que demostraron su capacidad para germinar. La edad de estas semillas se estimó entre 150 y 200 años. Las noticias de que germinaron semillas encontradas en tumbas egipcias (depósitos de trigo en los enterramientos faraónicos) no se han confirmado.

Con la producción y la dispersión de semillas, se cierra el ciclo vital de la planta con flores (fanerógama). Cuando la semilla germina, comienza el ciclo de una nueva generación.

DISPERSIÓN POR EL VIENTO

En la dispersión de los frutos, semillas y esporas de las plantas inferiores, la turbulencia (remolinos) del viento desempeña un papel importante. Esta turbulencia depende fundamentalmente de la velocidad del viento. Es interesante comparar la eficacia del trasporte de los frutos con la del polen y esporas.

TRAYECTO PROBABLE DEL POLEN, ESPORAS, SEMILLAS Y FRUTOS VOLADORES

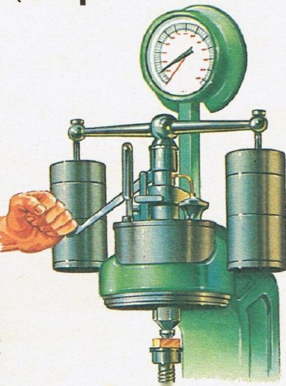
Planta	Velocidad de caída (cm/s)	Recorrido		Altura del vuelo	Duración del vuelo
		Con viento a 6 m/s.	Con viento a 4 m/s.		
Esporas de Lykoperdon (hongo)	0,04	100.000 Km.	26.000 Km.	775 m.	7 ½ días
Esporas de Licopodio	1,76	70 Km.	19 Km.	21 m.	68 min.
Polen de pino silvestre	5,3	8 Km.	2 Km.	7 m.	9 min.
Fruto de diente de león	10	2½ Km.	580 m.	360 cm.	2½ min.
Fruto de abedul	25	350 m.	90 m.	150 cm.	23 seg.
Fruto del abeto de Navidad	57	70 m.	20 m.	64 cm.	4,5 seg.
Fruto del abeto blanco	106	20 m.	6 m.	34 cm.	1,3 seg.
Fruto del fresno	200	5 m.	2 m.	18 cm.	0,3 seg.



La dispersión por medio del agua, ninfeas ("lotos") en un estanque (En el círculo a la izquierda) Semilla mostrando la cubierta esponjosa o "arilo". (Derecha) Sección de un coco mostrando la cubierta externa fibrosa.

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS METALES (2a. parte)

Se define la dureza como la resistencia a la penetración.
Se comprueba con mucha facilidad, apretando contra la superficie del metal una bola de rodamiento o una punta de diamante en forma de pirámide.
En la práctica, no es necesario calcular el grado de dureza. El diámetro de la huella o la diagonal se miden con un microscopio y el grado de dureza se obtiene con una tabla. El acero ordinario medio tiene un grado de dureza de 200; el latón blando, del orden de 100, y el aluminio puro, de 20 solamente. El acero endurecido tiene un grado de dureza de 700 a 800 y algunos materiales para herramientas de corte, 1.200 o más.
Un metal sólo puede cortarse con una sustancia que sea más dura que él. Las herramientas de corte deben hacerse, por lo tanto, con el acero más duro o con carburos metálicos (tales como el carburo de wolframio), que todavía lo son más. Para fabricar estas herramientas hay que utilizar materiales del más alto grado de dureza: carburo de silicio u óxido de aluminio. De ellos, en hornos eléctricos se obtienen cristales y con estos cristales se fabrican las ruedas de afilar (amolar). Para cortar metales extremadamente duros es preciso, a veces, utilizar diamantes, único medio de darles un borde cortante que sea liso y afilado a la vez.
Resulta necesario disponer de metales duros, que resistan el desgaste. El motor de automóvil tiene muchas piezas de gran dureza; las bolas o municiones de los rodamientos de una bicicleta, por ejemplo, han de serlo también. El único sistema de conseguir el acabado de las piezas de acero es el pulido; he aquí otro ejemplo de cómo los métodos de trabajo en los talleres dependen de las propiedades de los metales.



Aparato para ensayar la dureza de un metal. Un penetrador de forma determinada se aprieta contra una probeta de metal, y la fuerza trasladada se registra en la esfera. Después, se mide el diámetro de la huella.

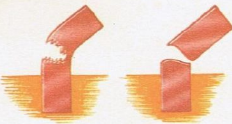


El grado de dureza se define por el cociente CARGA: ÁREA DE LA HUELLA. La carga (w) se mide en kilogramos y el área se mide en centímetros cuadrados. En la práctica, se mide el diámetro (d) de la huella y se consulta el grado de dureza en una tabla.

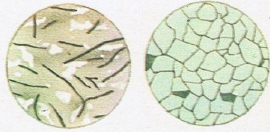
FRAGILIDAD

Los materiales que son frágiles se rompen sin deformarse. Se puede pegar porcelana rota, por ejemplo, sin que se noten apenas las señales de la rotura.
El conocimiento del grado de fragilidad de los materiales es de mucha utilidad en ingeniería, pues los que son frágiles no ceden, sino que se rompen sin previo aviso.
Los materiales frágiles, por otra parte, son generalmente rígidos y muy indicados para aquellas estructuras que deban gozar de esta propiedad. Los metales colados (p. ej., aquellos que se obtienen vertiendo el metal fundido en un molde) son con frecuencia frágiles. Esto se debe a una estructura cristalina muy característica que el metal líquido va adquiriendo a medida que se enfría. El hierro colado es probablemente el metal frágil que más abunda. Su obtención resulta económica y puede dársele en el colado formas complicadas, incluso en espesores delgados. Debido a su rigidez y fortaleza, se utiliza mucho para construir bancadas de máquinas, herramientas que han de conservar su precisión durante todo el tiempo de uso. No obstante, como se puede romper con facilidad, por ser frágil, se han de tomar precauciones especiales al manejar las piezas de fundición. Los metales frágiles que se usan en fundición no pueden ser doblados o deformados, por lo que deben desecharse todas las operaciones que impliquen deformación. Solamente se pueden trabajar con máquinas. El hierro colado puede ser objeto de un tratamiento que le quita fragilidad, pero, aun así, no es tan dúctil como otros materiales. Muchos metales se vuelven duros y frágiles por tratamiento al calor, y solamente entonces pueden ser objeto de tratamiento mecánico. Los metales frágiles se rompen con frecuencia, por golpes o caídas, y tienden a agrietarse.
Estos ejemplos demuestran cómo las propiedades de los metales están relacionadas con el procedimiento de obtención y los métodos de trabajo que les pueden ser aplicados. La barra o plancha negra de acero se ha laminado en caliente y normalmente en una forma blanda del metal. El material brillante se ha laminado o estirado en frío. Es limpio y preciso, pero puede ser difícil de deformar. Las fundiciones, tanto las de superficie rugosa procedente de moldes de arena, como las lisas, obtenidas con moldes metálicos, casi siempre son inadecuadas para los procesos de deformación.
Cada metal, además, tiene propiedades que le son características.
El cobre es siempre blando, resistente y dúctil, pero su aleación, el latón (cobre y cinc) puede ser dúctil o frágil, y otra aleación, el bronce (cobre y estaño), puede ser tan tenaz y elástico como el acero. Cada metal ha de ser escogido de acuerdo con su futuro empleo. Los fabricantes utilizan especificaciones que señalan con bastante claridad y detalle la composición y propiedades de cada uno de los metales.
Para tener éxito en el taller, el ingeniero o mecánico debe conocer estas propiedades y ser capaz, además, de tratar cada metal del mejor modo.

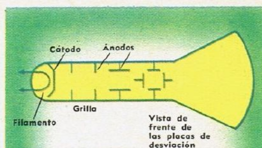
(Izquierda) Rotura de un metal "dúctil"; (Derecha) rotura de un metal "frágil".



(Izquierda) La estructura del hierro fundido gris. Las líneas oscuras son placas de grafito (carbono) que determina que el hierro colado sea mucho más "frágil" que el acero. (Derecha) La estructura del acero tal como se ve al microscopio. Contiene muy poco carbono.



EL OSCILOSCOPIO DE RAYOS CATÓDICOS



Símbolo para un tubo de rayos catódicos. Las placas se dibujan como si se vieran desde el frente del tubo, para que se puedan observar más fácilmente las conexiones.

Para hacer que los electrones se desplacen a lo largo de un tubo de rayos catódicos se debe establecer una diferencia de potencial entre el cátodo y el ánodo. Si el cátodo se hace negativo y el ánodo se mantiene a potencial cero, los electrones, cuando abandonan la superficie de óxido del cátodo, son atraídos por el ánodo y disparados a lo largo del tubo. Por esta razón el dispositivo de cátodo y ánodo se llama, normalmente, *cañón electrónico*. Al ánodo se le da la forma de tubo para que no detenga los electrones en movimiento. El rayo electrónico se "comprime" precisamente antes de que alcance el ánodo, de manera que los electrones formen un rayo estrecho que pasa a lo largo del centro del tubo. La compresión se realiza cuando los electrones pasan desde un ánodo de enfoque al verdadero ánodo. Este ánodo de enfoque es un cilindro hueco cuyo potencial se mantiene negativo en comparación con el del ánodo final. Cuanto mayor sea la diferencia de tensión entre el ánodo de enfoque y el ánodo final, más se aprietan los electrones para formar un rayo estrecho. Por lo tanto, lo único que se necesita para controlar el enfoque es una resistencia variable para variar la tensión.

El *brillo* del punto luminoso depende del número de electrones que tiene el rayo. Esto se puede controlar del mismo modo que el enfoque, como se ha descrito en el *tomo IV, pág. 58*. El número de electrones que pasan depende del potencial de la grilla. En este caso, sin embargo, para impedir que los electro-

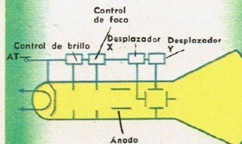
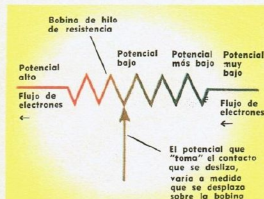
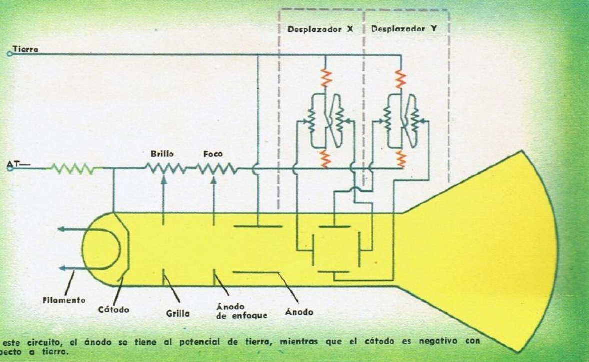


Diagrama de los controles de un tubo de rayos catódicos.

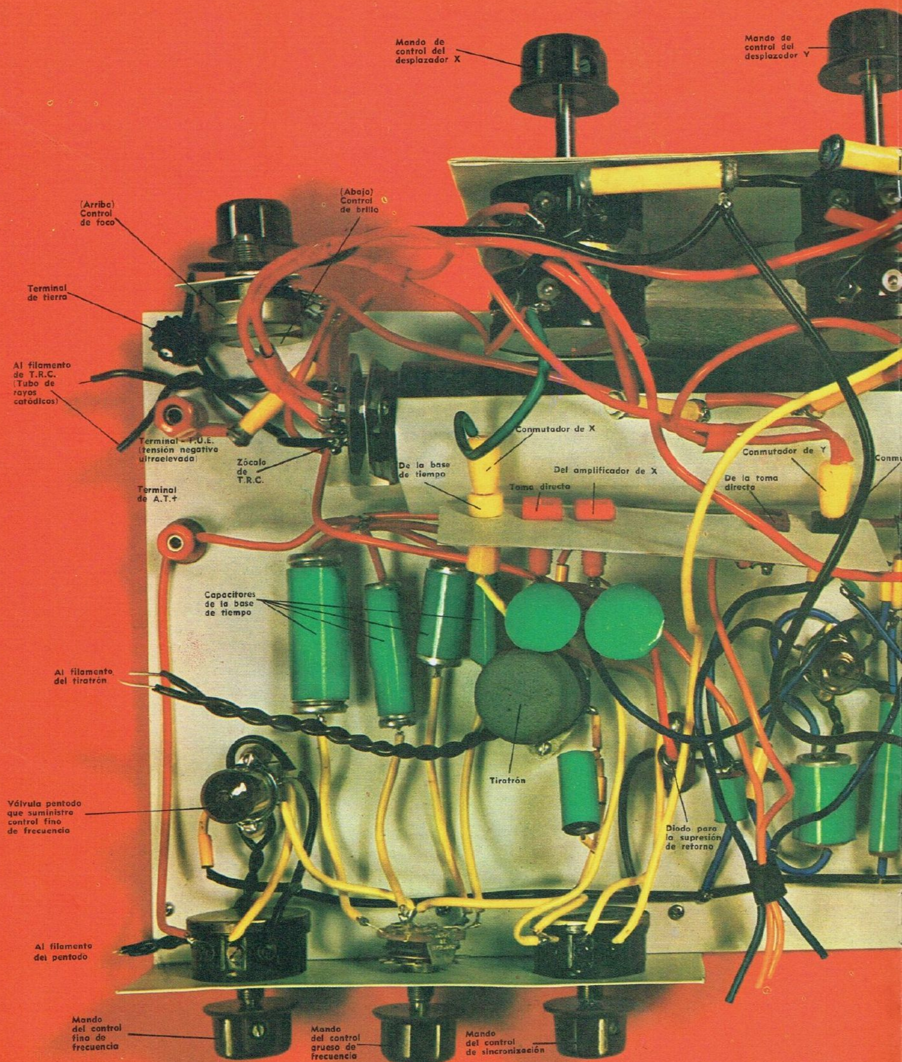


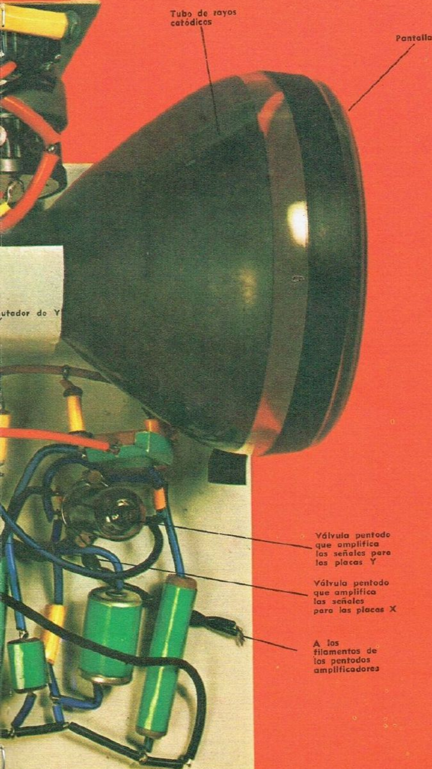
Para el control de brillo y enfoque se necesita un potencial constante, que puede cambiarse manualmente cuando sea necesario. Esto se puede conseguir por medio de una resistencia montada, como se ve en la figura. El potencial varía gradualmente a lo largo de la resistencia y, si se dispone un contacto que pueda deslizarse, mostrado también aquí, entonces el potencial del hilo conectado al contacto varía del valor alto al bajo, según la posición.

Diagrama completo de los "controles del tubo" de un osciloscopio de rayos catódicos. Los circuitos para los desviadores X e Y se han explicado en el tomo IV, pág. 129. Como siempre, en un circuito real se deben añadir resistencias adicionales (y, a veces, capacitores), para asegurarse de que los componentes están a los potenciales correctos, y también de que los potenciales variables extraños van a la línea de tierra (que está a potencial cero). Por esta razón, y para conseguir que los desviadores X e Y sólo desvíen el punto luminoso de un lado al otro de la pantalla, las resistencias de color anaranjado en la figura se colocan a ambos lados del dispositivo de desplazamiento. El voltaje de "alta tensión" (A.T.) se toma de una fuente "rectificadora de corriente" (que funciona con la corriente normal), del tipo descrito en el tomo II, pág. 198. Para acelerar los electrones, se necesita una tensión muy alta. La tensión que suministra el rectificador puede no ser la adecuada para el funcionamiento del tubo. Por esta razón, se añade al circuito una resistencia (de color verde en la figura), para reducir de tensión el valor óptimo para el tubo.



En este circuito, el ánodo se tiene al potencial de tierra, mientras que el cátodo es negativo con respecto a tierra.

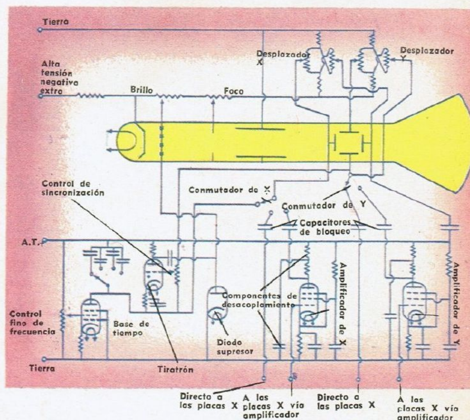

Mando de control del desplazador X
Mando de control del desplazador Y
(Arriba) Control de foco
(Abajo) Control de brillo
Terminal de tierra
Al filamento de T.R.C. (Tubo de rayos catódicos)
Terminal - T.U.E. (tensión negativa ultraelevada)
Zócalo de T.R.C.
Terminal de A.T.+
Conmutador de X
De la base de tiempo
Toma directa
Del amplificador de X
Conmutador de Y
De la toma directa
Capacitores de la base de tiempo
Al filamento del tiratrón
Tiratrón
Válvula pentodo que suministra control fino de frecuencia
Diodo para la supresión de retorno
Al filamento del pentodo
Mando del control fino de frecuencia
Mando del control grueso de frecuencia
Mando del control de sincronización



Circuito completo de un sencillo osciloscopio de rayos catódicos. Muestra cómo están conectados la base de tiempo, el control de sincronización, el supresor de retorno, el amplificador y las líneas directas a las placas X e Y. Utilizando un conmutador de varios circuitos, un lado de las placas X se puede conectar bien a la base de tiempo, a la línea directa de X, o al amplificador de X. La otra placa X está conectada a una tensión constante. Por tanto, siempre tiene una carga contraria a la placa izquierda. El supresor de retorno está conectado a la grilla para hacerla muy negativa durante el tiempo de regreso y así detener el rayo. El control de sincronización está conectado a la placa Y, y funciona como se explicó en el tomo IV, pág. 118. Una de las placas Y ha de conectarse directamente a los impulsos, o al amplificador de Y. Esto se hace cambiando la posición del conmutador de dos vías.

Lo importante es mostrar solamente "oscilaciones" de potencial (es decir, cambios de potencial que periódicamente vuelven a su valor primitivo) y no potenciales constantes positivos o negativos. Si se aplica a las placas un potencial constante, además de las oscilaciones, la parte constante puede fácilmente sacar el punto luminoso completamente fuera de la pantalla, impidiendo que la parte oscilante (que es la interesante, normalmente) se pueda observar. Por esto se incluyen en el circuito "capacitores de bloqueo". Los capacitores sólo permiten el paso de las "variaciones" de tensión, y evitan que el punto luminoso se desplace de modo permanente fuera de la pantalla. El capacitor que se ve conectado a la placa X ejecuta la misma función para mantener la placa unida a tierra, puesto que, a pesar de tener la placa X conectada al terminal de alta tensión, el potencial de la placa es cero. Un potencial alto constante no puede pasar a través del capacitor.

Las válvulas de la base de tiempo, y del amplificador, necesitan energía para funcionar. Ésta la toman de la línea de alta tensión positiva, que se mantiene a un potencial alto por medio de otra fuente rectificada (más frecuentemente, es una parte de la misma utilizada para obtener alta tensión para los controles del tubo). Es necesario, para que las válvulas trabajen correctamente, que sus ánodos se mantengan a un potencial constante. Normalmente, se introducen impulsos en la base de tiempo y en los amplificadores que podrían pasar de un componente a otro. Esto se evita proporcionando una vía de salida para cualquier impulso que se haya introducido en la línea de alta tensión, de manera que puedan pasar a tierra con más facilidad que la parte siguiente. Ello se consigue introduciendo un capacitor entre tierra y parte de la resistencia anódica. Los componentes separados se dice que están desacoplados.



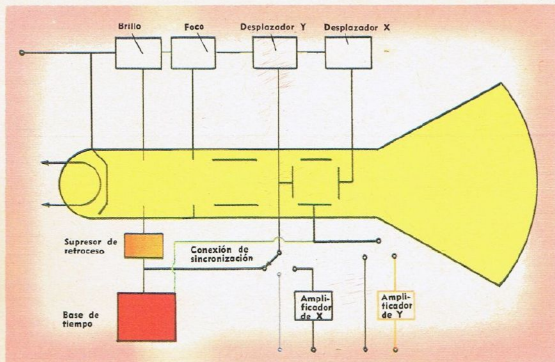


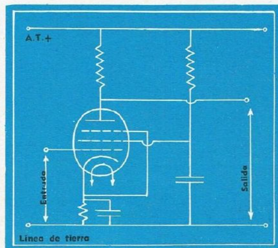
Diagrama completo para el osciloscopio de rayos catódicos.

nes atraviesen la grilla, su potencial debe de ser mucho más negativo que para el enfoque.

Los restantes controles esenciales del tubo son los de desviación X e Y que, al aplicar un potencial constante a las placas X e Y, producen una desviación constante al punto luminoso. Un potencial pequeño en las placas produce un desplazamiento del punto luminoso en la pantalla; así, pues, la tensión necesaria para las desviaciones es bastante pequeña. Se puede comprender ahora la razón de la distribución especial de los componentes de control. El control de brillo necesita un potencial negativo alto, y por ello se conecta cerca del terminal de alta tensión negativa; el control de foco le sigue, puesto que también necesita alta tensión negativa (aunque no tan alta como el control de brillo), mientras que los desviadores X e Y, que sólo necesitan baja tensión, se conectan al final.

En el segundo grupo de controles necesarios para las placas, hace falta una conexión entre un terminal en la parte delantera del aparato y la placa de que se trate. Sin embargo, para mover el punto luminoso la tensión que se aplique a la placa ha de ser de una cierta magnitud, y con frecuencia los voltajes oscilantes que se suministran al instrumento no son lo suficientemente grandes. Por lo cual se insertan dos *amplificadores* dispuestos de manera que, en caso necesario, los impulsos para cada par de placas se puedan amplificar (aumentados en magnitud) antes de que lleguen a las placas.

Se usan válvulas pentodos amplificadoras, ya que con ellas se obtiene una amplificación mayor que con triodos. Normalmente se necesitan, para las placas X, los impulsos de una *base de tiempo*; por lo tanto, se debe prever la conexión de un circuito de base de tiempo a las placas X. Para ello se coloca un conmutador de 3 pasos en una de las placas X, con conexiones posibles: (1) a la base de tiempo; (2) al terminal X, en el panel frontal del instrumento a través del amplificador, o (3) directamente al terminal X. También, como se dice en el *tomo IV, pág. 88*, se incluye un *supresor de retroceso*, y un control de sincronización como parte del circuito de base de tiempo.

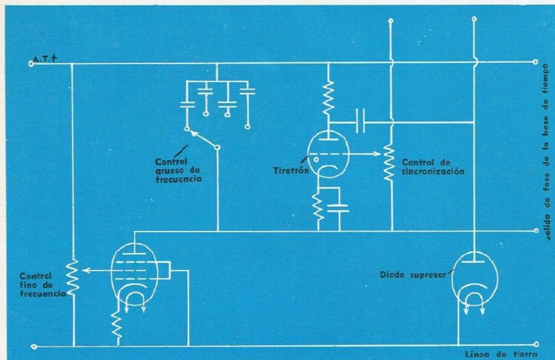


Esquema completo de un amplificador de radiofrecuencia, ya descrito en el tomo II, pág. 164.

Se pueden hacer muchas modificaciones a este sencillo osciloscopio de rayos catódicos, para mejorarlo y para aumentar su versatilidad. Sin embargo, esta forma sencilla de osciloscopio tiene una propiedad que ningún otro instrumento científico puede igualar, y es que puede verse en él la forma de un impulso regular que se repite rápidamente.

Utilizando circuitos especiales se pueden representar impulsos de 1/1.000.000.000 de segundo; y, por el estudio de la línea observada, pueden determinarse la duración y la magnitud del impulso.

La invención del osciloscopio ha jugado un gran papel en el desarrollo de la ciencia moderna.



Circuito completo de una base de tiempo, ya descrita en el tomo IV, pág. 66.

LUBRICACIÓN DE MOTORES

Los términos *fricción* y *lubricación* ya se explicaron en artículos precedentes. En pocas palabras, el principal objetivo de la lubricación es reducir la fricción (y por consiguiente el desgaste) separando dos superficies móviles con una película de aceite. Hay dos tipos generales de lubricación, conocidos como *lubricación fluida* y *lubricación de límite*.

La lubricación fluida es la situación ideal en la cual las dos superficies móviles están siempre separadas por una capa de aceite. En la práctica, sin embargo, esta situación ocurre pocas veces, pero es frecuente en los cojinetes importantes de un motor.

La lubricación límite ocurre cuando solamente existe una película muy fina de aceite (alrededor de 0,0065 cm.). Las dos superficies móviles no están nunca completamente separadas, y siempre hay algún contacto metal-metal. La lubricación límite es la que tiene lugar en los cilindros, cuando se arranca un motor frío.

Todos los sistemas modernos de lubricación de motores basan su eficacia en la circulación continua de aceite a presión a través de los puntos de rozamiento. Se utiliza el aceite no sólo para lubricar, sino también para eliminar calor de las partes móviles. Por lo tanto, se necesita mucho más aceite del que realmente se requiere para mantener la película de aceite. El aceite se almacena, generalmente, en el fondo del bloque, o cárter, que algunas veces va provisto de aletas para acelerar el enfriamiento del aceite.

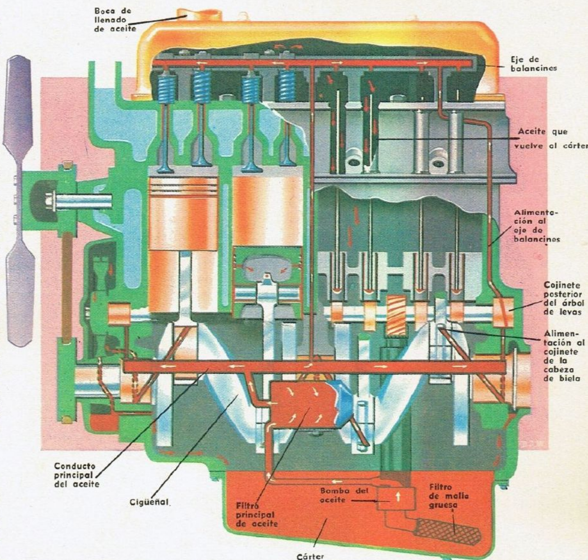


Fig. I. Corte de un motor típico de válvulas en cabeza; muestra el sistema de "lubricación a presión".

LUBRICACIÓN A PRESIÓN

En el sistema de lubricación a presión (descrito en la figura I) de un motor con válvulas a la cabeza, la *bomba de aceite* está sumergida en el cárter del aceite, y va movida por un eje desde el cigüeñal del motor. Cuando funciona el motor, el flujo a presión del aceite a través del motor es como sigue:

Primeramente, la bomba aspira el aceite a través del *filtro* o colador, de malla relativamente gruesa, y lo impulsa, a través del filtro de *flujo-total*, al *conducto principal del aceite* que va a lo largo del bloque. Luego los cojinetes principales del cigüeñal son alimentados con aceite a presión del conducto principal, a través de unos orificios perforados en el bloque. Estos conductos se llaman perforaciones *(drillings)*. Los cojinetes de la cabeza de la biela son alimentados con aceite a presión a través de las perforaciones del cigüeñal, que vienen de los cojinetes principales. Las paredes de los cilindros, pistones, pie de biela y el bulón, se lubrican por salpicadura de aceite o "niebla" lanzada desde el cigüeñal y los cojinetes.

Parte del aceite del conducto principal se

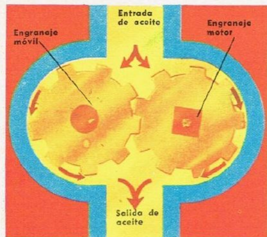


Figura II (a). Esquema de una bomba de aceite del tipo de "engranajes".

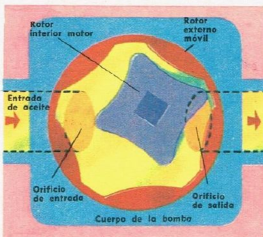
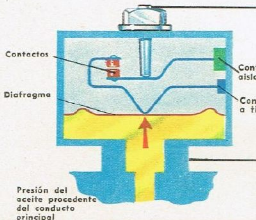


Figura II (b). Esquema de una bomba de aceite del tipo de "rotor".



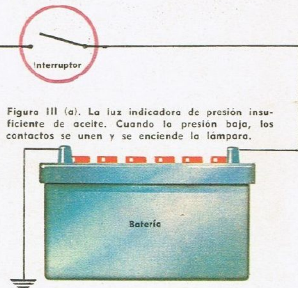


Figura III (a). La luz indicadora de presión insuficiente de aceite. Cuando la presión baja, los contactos se unen y se enciende la lámpara.

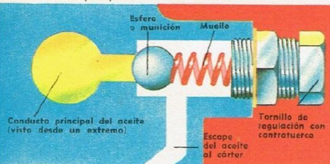


Figura III (b). La valvula de escape de presión. Cuando la presión supera un cierto valor, la esfera es empujada fuera de su asiento, y el aceite escapa al cárter.

inyecta a presión al eje de balancines normalmente a través de un estrechamiento restrictivo, para no inundar de aceite la parte superior del motor. Los brazos de los balancines van lubricados a través de perforaciones en el eje de balancines, y el aceite pasa a través de orificios, en los brazos del balancín, a los extremos de los vástagos de empuje. El aceite, que se acumula en la parte superior del motor, se escurre por los conductos de los vástagos, y de este modo lubrica los taqués. La cadena y las ruedas de distribución se alimentan con aceite desde el cojinete frontal del cigüeñal.

BOMBAS DE ACEITE

Los tipos de bomba de aceite, que se usan generalmente, son de *engranaje* o de rotor. El tipo de bomba de engranaje, que se muestra en la figura II (a), consiste en un engranaje móvil y otro que está unido a un eje movido por el árbol de levas. Los dos engranajes de la bomba son del mismo tamaño y se ajustan perfectamente al cuerpo de la bomba. El aceite se arrastra de la parte de entrada de la bomba a la de salida por los dientes opuestos en ambos engranajes (*no* fluye entre los dientes que encajan); así, pues, se empuja al aceite por el tubo de salida.

La bomba de tipo rotor, que se muestra en la figura II (b), está movida por el árbol de distribución. El *rotor interno* con protuberancias externas va montado sobre el motor y mueve, a su vez, un *rotor externo* con protuberancias hacia dentro. Este rotor externo tiene una protuberancia más que el rotor interno. El rotor externo y la sección interior del cuerpo de la bomba de aceite están algo separados del rotor interno (rotor motor), de manera que la acción de bombeo necesaria se obtiene por la disminución y el aumento del espacio entre cada conjunto de protuberancias de los rotores.

La presión de trabajo de un sistema medio de aceite está dentro del intervalo 2,5-5,5 Kg./cm^2. y la presión real puede indicarse con un manómetro en el panel de instrumentos. En muchos coches modernos se coloca una luz indicadora verde en vez del manómetro. La luz está controlada por un conmutador de presión de aceite —ver figura III (a)— y si la presión del aceite disminuye de un cierto valor, la luz se enciende.

Para evitar una presión de aceite excesiva y un posible deterioro del sistema, especialmente cuando el aceite está frío y espeso o la velocidad del motor es grande, existe una *válvula de escape de presión*. Esta válvula puede estar incluida en las mismas bombas del aceite, o situada entre la salida de la bomba y el conducto principal del aceite —como se muestra en la figura III (b)—. Dicha válvula es, normalmente, una esfera empujada por un muelle regulable, que destapa un orificio y permite que parte del aceite escape de nuevo al cárter, cuando la presión es excesiva.

FILTROS DEL ACEITE

Para mantener el aceite limpio, el sistema de lubricación tiene un filtro para el aceite (normalmente montado fuera del motor). El filtro de tipo de malla ya se ha mencionado en conexión con las bombas de aceite. Este filtro sólo evita el paso de partículas grandes de impurezas, que aparecen en el aceite del motor. Para alargar la vida del motor, se han de eliminar prácticamente todas las impurezas del aceite; esto se consigue por medio de un filtro especial, que usualmente va montado en el exterior del motor.

El conjunto moderno para el filtrado consta de un cartucho de fieltro o papel tratado especialmente, que está metido dentro de un recipiente metálico. Hay dos tipos principales de filtro. El de *flujo total* (mostrado en la figura IV), en el cual todo el aceite que va desde la bomba a la galería principal ha de pasar a través del cartucho de filtro. Este tipo de filtro va provisto de una válvula especial de escape, que permite que continúe el paso del aceite aun en el caso de que el cartucho se obstruya.

En los *filtros en derivación* sólo se filtra cada vez una parte del aceite, y el resto del mismo pasa directamente al conducto principal del aceite. Un filtrado completo del aceite necesita, por lo tanto, mucho más tiempo.

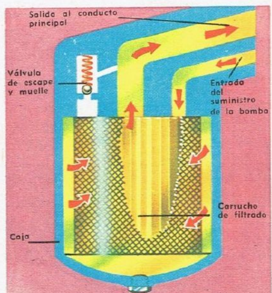
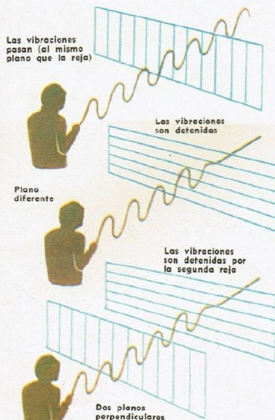


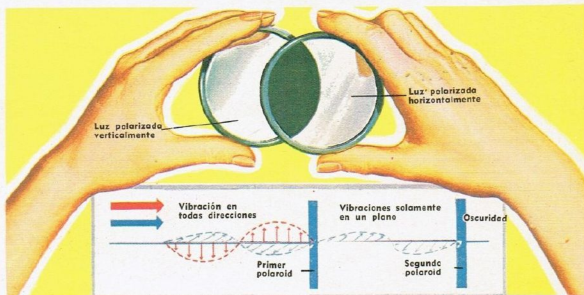
Figura IV. Esquema de un filtro de aceite del tipo de flujo total.

POLARIZACIÓN

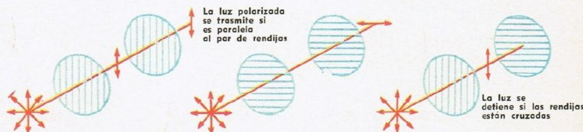
La luz es una forma de movimiento ondulatorio, pero se propaga a una velocidad tan alta (300.000 Km. por segundo) que no es posible observar el modo en que vibran las ondas en movimiento. Sin embargo una serie de experimentos demuestran que las ondas vibran perpendicularmente a la dirección del rayo de luz y debido a esto se dice que la luz consiste en *ondas trasversales*. Puesto que la vibración de las ondas luminosas no se puede ver, es conveniente estudiar cómo vibran otras ondas trasversales *visibles*. Tales ondas pueden producirse en una longitud de cuerda moviendo uno de los extremos repetidamente arriba y abajo (esto es perpendicularmente a la cuerda).
Las vibraciones de la cuerda pasan a través de una ranura estrecha, en cuanto el eje mayor de la ranura sea paralelo a la dirección de las vibraciones. Así, pues, si la cuerda vibra para arriba y abajo, el movimiento se trasmite a través de una ranura vertical. Sin embargo, si la cuerda pasa también a través de una ranura horizontal, la vibración no puede atravesarla.
La cuerda en este ejemplo puede solamente vibrar en un *plano* (perpendicular a la dirección del movimiento). Pero un rayo de luz ordinario consiste en un gran número de ondas individuales que vibran en distin-

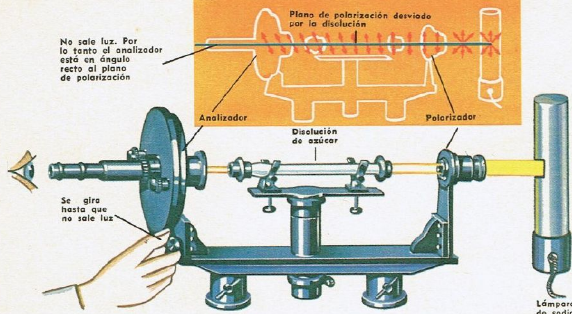


Las vibraciones de la cuerda sólo pasan a través del espacio estrecho en el enrejado si las vibraciones son paralelas a las barras. Así, pues, una vibración de arriba a abajo se trasmite a través de las barreras verticales, pero es cortada por las horizontales.



La luz ordinaria está constituida por la suma de vibraciones en muchas direcciones perpendiculares a la dirección del rayo luminoso. Parte de esta luz pasa a través de un par de discos de polaroid en tanto que las "rendijas" en estos dos discos sean paralelas entre sí. Sin embargo, si los discos están "cruzados" la luz polarizada, trasmitida por el primer disco, es eliminada por el segundo.





El plano de polarización de la luz de sodio del polarizador gira cuando ésta pasa a través de la solución de una sustancia "ópticamente activa" como la sacarosa. El ángulo de giro se determina girando el analizador hasta que el observador no ve luz. Las "rendijas" en el analizador están perpendiculares al plano final de polarización.

tas direcciones (todas perpendiculares al camino de la luz). Sin embargo, bajo ciertas condiciones, es posible que todas las vibraciones en un rayo de luz estén confinadas *a un solo plano* perpendicular al rayo. Tal rayo de luz se dice que está *polarizado.*

Ciertos cristales, en particular cristales trasparentes de calcita (una forma de carbonato cálcico), tienen la propiedad de polarizar la luz. La capacidad de tales cristales para polarizar la luz se puede comprobar haciendo pasar un rayo de luz a través de dos cristales de esta sustancia. Se puede pensar que cada cristal tiene muchas "rendijas" muy estrechas paralelas entre sí. Estas "rendijas" son tan estrechas que sólo dejan pasar las ondas cuyas vibraciones son paralelas a ellas. Por lo tanto, la luz que sale del primer cristal está constituida por ondas cuyas vibraciones son casi todas paralelas entre sí. El paso de la luz, cuyo plano de vibración no corresponde con el plano favorecido, está impedido. Si el segundo cristal está colocado de manera que sus "rendijas" son favorables a las del primer cristal, la luz polarizada que abandona el primer cristal también pasará perfectamente a través del segundo cristal. Pero si a este último cristal se lo hace girar, la cantidad de luz trasmitida se irá reduciendo hasta que se alcance un punto (en ángulo recto con la posición inicial) en el cual no se transmite luz a través del segundo cristal. En esta posición las ondas de luz polarizada están vibrando perpendicularmente a las rendijas, y por lo tanto estas vibraciones no pueden pasar a su través.

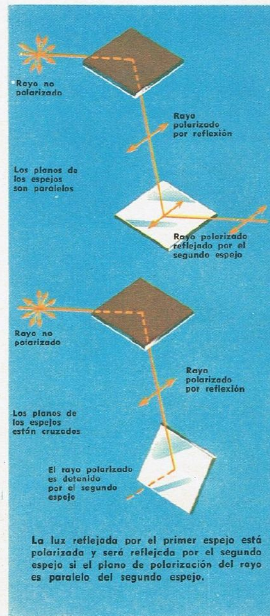
La luz puede polarizarse por reflexión tanto como por refracción. De hecho el físico francés E. L. Melus (1775-1812) descubrió esta propiedad de la luz al observar la luz del sol *reflejada* en las ventanas. El descubrimiento de Melus se puede ilustrar perfectamente por medio de un sencillo experimento. Se colocan dos espejos paralelos el uno al otro, de manera que formen una especie de periscopio. Cuando se *rota* uno de los espejos se ve que la cantidad de luz reflejada por el segundo espejo decrece de modo gradual hasta llegar a un mínimo (desaparece completamente en una posición especial pero ésta es muy difícil de conseguir); luego aumenta de número. Lo que ocurre es que por la reflexión en el primer espejo se absorben las vibraciones en *todos los planos, excepto uno.* En otras palabras: el rayo reflejado está polarizado. El grado de polarización de la luz reflejada depende del *ángulo de incidencia.*

Como la proporción de luz reflejada por una superficie es bastante pequeña, este método no es muy provechoso para obtener luz polarizada; por lo tanto, normalmente, la luz se polariza por refracción. Un medio polarizador bastante satisfactorio se ha obtenido *industrialmente* y se encuentra en el mercado con el nombre de *polaroid.* Está constituido por una película de nitrato de celulosa que contiene cristales muy pequeños de sulfato de yodoquinina. Durante la fabricación se hace que estos pequeños cristales se alineen en una dirección, de manera que se comporten como los cristales de espato de Islandia.

Los discos de polaroid se pueden usar para producir luz polarizada prácticamente del mismo modo que otros medios de polarización. Si la luz ordinaria atraviesa la película, la luz trasmitida está polarizada. Son observadas casi todas las vibraciones perpendiculares a la dirección permitida. Se puede demostrar que la luz está polarizada girando un segundo disco de polaroid en el camino de la luz que sale del primero. Cuando el segundo disco va girando se alcanza un punto en el cual prácticamente no se trasmite luz alguna. La mayor cantidad de luz se trasmite cuando el disco gira otros 90° con respecto a la posición de no trasmisión. El polaroid tiene muchas aplicaciones; de las más importantes es la fabricación de anteojos para sol. Con este tipo de anteojos, se reduce considerablemente el resplandor causado por la luz del sol cuando se refleja en las superficies de las carreteras, del agua, etc. La luz reflejada ya está polarizada y, por lo tanto, sólo la porción de luz que coincida con la dirección permitida se trasmitirá a través del disco polaroid.

Las disoluciones de varios azúcares, incluyendo el azúcar de caña (sacarosa) y algunas otras sustancias orgánicas, tienen la propiedad de *girar el plano de polarización* de la luz que les atraviese (ver ilustración). El grado de rotación se mide con un aparato llamado *polarímetro.* Éste consta de una fuente de luz monocromática (un solo color) que normalmente es una lámpara de sodio; un medio de polarizar la luz (un polarizador); un tubo para contener la muestra, y un medio de determinar el plano de polarización (un analizador).

Para utilizar el aparato se llena el tubo primeramente con agua, se enciende la lámpara y se gira el analizador hasta que no se vea ninguna luz salir del mismo. Entonces el polarizador y analizador se dice que están *cruzados.* Se sustituye el agua del tubo por la solución problema. Se gira otra vez el analizador hasta que esté de nuevo cruzado y se anota la traslación angular del plano de polarización. Algunas sustancias (por ejemplo, azúcar de uva) hacen que el plano de polarización gire en el sentido de las manecillas del reloj o hacia la derecha. Se dice que estos compuestos son *destrogiros.* Las sustancias que hacen girar el plano de rotación hacia la izquierda en sentido contrario a las manecillas del reloj *son levogiros* (1-fructosa, azúcar de fruta). Este tipo de datos suministra información acerca de la estructura de estos compuestos. Por otra parte, el ángulo de giro indica la concentración de la disolución.



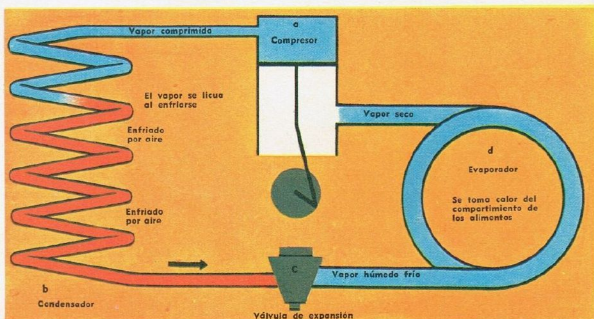
La luz reflejada por el primer espejo está polarizada y será reflejcda por el segundo espejo si el plano de polarización del rayo es paralelo del segundo espejo.

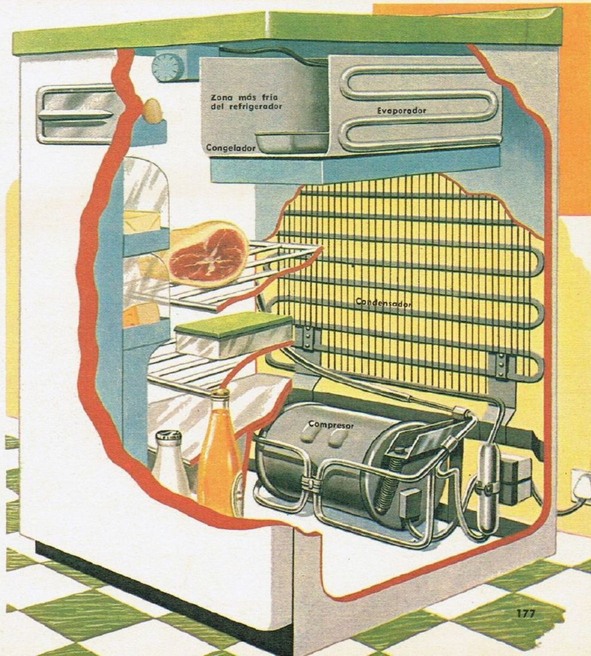
REFRIGERADORES DOMÉSTICOS

Aunque hay muchas marcas de refrigeradores en el mercado, cada una con sus características propias, todas se pueden incluir, prácticamente, dentro de dos tipos. El *sistema de compresión de vapor* es, con mucho, el más usado, por ser el que resulta más eficaz en refrigeradores de tamaño doméstico. Su funcionamiento se basa en el hecho de que al ser comprimido el vapor, se convierte en líquido. Cuando disminuye la presión, el líquido escapa por un orificio estrecho convirtiéndose de nuevo en vapor, y en este proceso adquiere una temperatura mucho más baja.

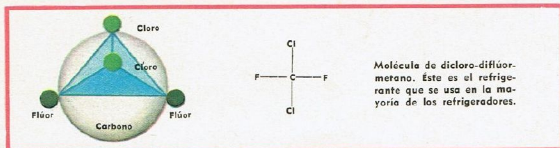
Este enfriamiento se produce siempre que un líquido se evapora. Si se coloca una gota de gasolina sobre el dorso de la mano no tarda mucho en evaporarse, dejando en ella una sensación de frío. Ésta es la razón de que se pueda mantener fría la leche cubriéndola con un tejido de muselina húmedo. A medida que el agua se evapora se enfría la leche. La razón de este enfriamiento está en que cuando un líquido se convierte en vapor, las moléculas del líquido, que se encuentran muy juntas, tienen que separarse a considerable distancia para constituir el vapor. Al separarse, las moléculas gastan una energía cuya pérdida provoca el enfriamiento. El calor necesario para que se produzca el paso del estado líquido al vapor se llama *calor latente de vaporización*. Algunos líquidos necesitan más calor que otros para realizar esta trasformación; tienen un calor latente alto. Por consiguiente, cuanto mayor sea el calor latente tanto mayor será el enfriamiento que provoque la evaporación. A esto se debe que un líquido con calor latente alto sea un buen refrigerante. El calor siempre tiende a pasar de los cuerpos calientes a los fríos, en un intento de igualar las temperaturas. Así, pues, el calor sale del interior del refrigerador y de los alimentos que contiene, calentando el vapor, cuya temperatura es muy baja.

En los refrigeradores de *compresión de vapor* se utiliza como refrigerante un líquido llamado "arcton 12" o "freón 12". El nombre químico correcto de este com-





Sistema de refrigeración por compresión de vapor: a) compresor: el vapor refrigerante se comprime; b) condensador: el refrigerante es enfriado por el aire adyacente y se licua; c) válvula de expansión por la que el líquido escapa para convertirse en un vapor frío; d) evaporador: el calor abandona el lugar en que están los alimentos y calienta el vapor frío en el evaporador.



Molécula de dicloro-diflúor-metano. Éste es el refrigerante que se usa en la mayoría de los refrigeradores.

puesto es dicloro-diflúor-metano CCl_2F_2, que no es, en realidad, tan complicado como parece. Se trata de un derivado del metano CH_4 en el que dos hidrógenos son sustituidos por cloro, y los otros dos, por átomos de flúor. Este refrigerante ha sido escogido porque su calor latente es bastante alto y no resulta venenoso, cosa muy importante en el caso de que se produzca un escape de gas. También, porque no corroe las partes metálicas del refrigerador.

El sistema de compresión de vapor siempre es eléctrico. La electricidad se utiliza para el funcionamiento del compresor, que normalmente es del tipo alternante. El vapor seco es comprimido de manera que sus moléculas se aproximen mucho entre sí y se conviertan en vapor húmedo. Éste pasa del compresor al *condensador*, que atraviesa por una tubería en forma de serpentín (situado, generalmente, en la parte trasera del refrigerador con objeto de que pueda circular el aire junto al mismo). La compresión produce una elevación de la temperatura del vapor húmedo. El condensador cede este calor extra al aire colindante, y el vapor enfriado se condensa, formando un líquido.

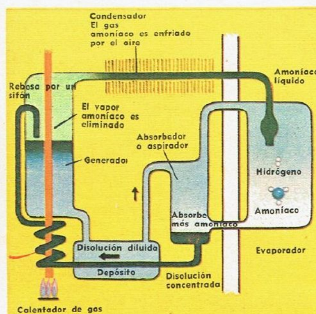
El líquido alcanza la *válvula de expansión*. Allí, la elevada presión conseguida por el compresor se libera al pasar el líquido a través de la boquilla de la válvula, que está situada en una región cuya presión es mucho más baja. Las moléculas tienen aquí más espacio para expandirse. El líquido se convierte en vapor y, como consecuencia de ello, se enfría considerablemente, convirtiéndose en un vapor húmedo y frío.

El vapor húmedo y frío pasa por el *evaporador*, que está situado en el compartimiento de almacenaje. Aquí, la tubería que trasporta el vapor se subdivide en una serie de tuberías más pequeñas, con lo que se consigue que el calor pase al vapor frío, a través de una gran superficie. Este calor viene del sector del refrigerador en donde se almacenan los alimentos que, debido a esto, se enfrían. A medida que el vapor se calienta, va perdiendo humedad, con lo que queda en disposición de repetir el ciclo descrito. Como el evaporador es la parte más fría del sistema, se coloca en la parte alta del compartimiento de almacenaje (con lo que el aire frío desciende), y las bandejas en donde el agua se convierte en hielo, dentro del evaporador, o inmediatamente debajo del mismo.

El otro tipo de refrigerador funciona por el *sistema* de *absorción*. Una parte del sistema ha de calentarse, pero como aquí no se utiliza ningún compresor y no hay fuentes móviles que necesiten energía, este tipo no tiene que ser precisamente eléctrico. Todos los refrigeradores de gas son de esta clase. Ofrecen la gran ventaja de que no hay en ellos partes móviles que puedan gastarse con el uso.

Como refrigerante se usa el amoníaco. Tiene la ventaja de que su calor latente es mayor que el del "arcton 12", pero es venenoso y produce un olor desagradable si el refrigerador tiene alguna pérdida. Es más corrosivo que el "arcton 12", por lo que los materiales del refrigerador han de ser escogidos con mucho cuidado.

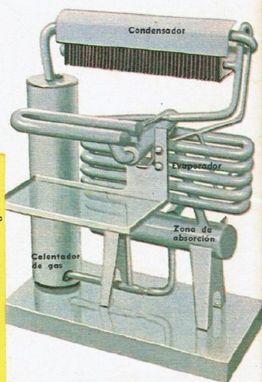
El sistema de absorción está basado en el hecho de que un líquido como el agua absorbe el gas amoníaco, formando una solución muy concentrada. Cuando ésta se calienta, el gas amoníaco se separa de la disolución, adquiriendo una presión muy alta, y puede licuarse por enfriamiento. El dispositivo de absorción suple la necesidad de un compresor.



UN TÍPICO REFRIGERADOR DE ABSORCIÓN

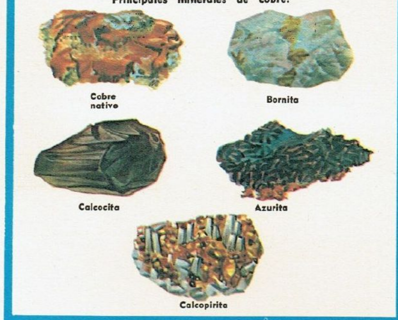
Cuando se calienta la disolución concentrada de amoníaco en el *generador*, sale vapor amoníaco a alta presión. El vapor se enfría con aire y se licua en el condensador. El líquido pasa al evaporador, que, en este caso, es una cámara de gas hidrógeno a presión. El amoníaco líquido se expande rápidamente, se convierte en gas y, por lo tanto, se *enfría*. Este enfriamiento es el que produce la refrigeración de los alimentos. El calor pasa entonces de éstos al vapor, cuya temperatura es muy baja y así puede expandirse. Como la presión parcial del gas amoníaco es muy baja (aunque la presión total del hidrógeno y el amoníaco sea bastante alta) todo el sistema se mantiene a la misma presión.

En el próximo paso, el amoníaco se disuelve en agua, formando una disolución concentrada: una parte de la disolución diluida, que ha perdido casi todo el amoníaco, rebosa del generador por un *sifón*, igualando las presiones. La nueva disolución diluida puede, con ello, absorber más amoníaco. La nueva disolución concentrada de amoníaco fluye al generador, en donde se calienta con la llama de gas (de resistencia eléctrica) liberándose el amoníaco. El ciclo completo se repite continuamente.



Un refrigerador a gas que funciona por el sistema de absorción. La presión es la misma en todo él y no hay partes móviles que se desgasten. Se utiliza amoníaco como refrigerante.

EL COBRE



El cobre fue, probablemente, el primer metal que se extrajo de sus minerales. Todavía se encuentra entre los más importantes metales de la época actual. Se necesita en grandes cantidades para la electrificación doméstica, cables de trasporte eléctrico, etc., debido a que entre la gama de los metales más económicos es, con mucho, el mejor conductor de la electricidad.

Los primitivos egipcios hicieron cuchillos de cobre y armas hace ocho mil años, y tubos y cañerías en el año 2750 a. de J. C.

Los romanos lo extraían de Chipre, por lo cual se conoció como *aes cyprium;* de aquí se derivó el nombre latino *cuprum;* y, de éste, el español *cobre* y el símbolo químico *Cu.*

En 1869, en Michigan estaba la mayor factoría del mundo, que sólo producía 6.200 toneladas de cobre. En 1877, las minas de Río Tinto, hasta finales del siglo XIX, eran las mayores productoras del mundo con cerca de 30.000 toneladas.

El descubrimiento (y la explotación) de minas de cobre con mineral de bajo contenido, a principios del siglo XX, inició una industria de minería en gran escala con bajos costos. Posteriormente se introdujeron procesos de flotación, que hicieron posible la obtención del cobre de minerales de bajo contenido a costos reducidos.

Las mejoras en los métodos de minería, la flotación, la lixiviación, y otros procesos, han beneficiado mucho más a los grandes productores con minas de bajo rendimiento que a los pequeños, aun con minas mucho más ricas. El resultado de esto ha sido que unos pocos industriales, cada uno de los cuales puede producir anualmente 500.000 toneladas, o más, dominan y controlan la producción mundial de cobre y las reservas mineras de mayor interés.

El cobre se encuentra, principalmente, en forma de compuestos, pero, como cabe esperar de un metal poco reactivo, a veces se halla en la naturaleza como tal elemento. Hay más de 140 compuestos naturales de cobre, pero sólo unos pocos son importantes como minerales a partir de los cuales se extrae el metal. La mayor parte de estos compuestos existen solamente en pequeñas cantidades. Muchos son compuestos de azufre. Esto se debe a que, originalmente, el cobre y el azufre aparecieron juntos en las regiones volcánicas.

La mayor cantidad del cobre se extrae a partir de piritas de cobre, conocidas como calcopiritas. El cobre bruto que se obtiene de sus minerales no es suficientemente puro para usos eléctricos, y se purifica posteriormente por electrólisis. Para esto se sumerge un bloque de cobre impuro en una disolución de sulfato cúprico y se conecta el bloque al terminal positivo de una fuente de corriente continua (esto es, actúa como ánodo), y una lámina delgada de cobre puro se conecta al terminal negativo como cátodo. Los iones de cobre pasan, a través de la disolución, del ánodo al cátodo. El ánodo aumenta de tamaño, a medida que el cobre puro se va depositando a la disolución, o caen, depositándose en el fondo. El oro y la plata, en el barro que se recoge bajo el ánodo, son suficientes en muchos casos para pagar el proceso de refinado del cobre. El oro y la plata están íntimamente relacionados con el cobre, y por eso es frecuente que aparezcan junto a él en pequeñas cantidades.

PRINCIPALES CONSTANTES DEL COBRE

Punto de fusión	1.083 °C	Conductividad térmica a 20° 0,923 cal/sec/cm²/°C/cm.
Punto de ebullición	2.325 °C	
Densidad específica	8,94	Dureza de Mohs 3,0
Calor específico	0,0918	Potencial electrolítico 0,344 V
Calor de fusión	50,6 cal/gr.	Resistencia esp.
Coeficiente lineal de dilatación	$16{,}42 \times 10^{-6}$ cm/°C	$1{,}682 \times 10^{-6}$ ohm/cm.

USOS DEL COBRE, EN TANTOS POR CIENTO, EN LA INDUSTRIA MODERNA

Manufacturas eléctricas	24,5
Teléfono y telégrafo	5,9
Conducciones de energía eléctrica	5,8
Alambre	16,6
Automóviles	7,0
Construcción	8,4
Colado	2,4
Municiones	9,7
Ferrocarriles	0,5
Refrigeradores	0,8
Construcción de barcos	0,8
Acondicionamiento de aire	0,6
Otros usos	17,6

ALEACIONES DE COBRE

El cobre es la base de muchas aleaciones de las cuales el bronce (cobre y estaño) es, probablemente, la más conocida; es mucho más duro y resistente al desgaste que el cobre puro.

El descubrimiento del cobre cambió completamente el modo de vivir de la Edad de Piedra. Las nuevas armas de bronce, afiladas, facilitaron la caza de animales para la alimentación e hicieron posible la guerra organizada.

Las aleaciones que contienen más de 98 % de cobre se llaman *cobres;* cuando la cantidad de este metal es inferior, se denominan *latones* o *bronces.*

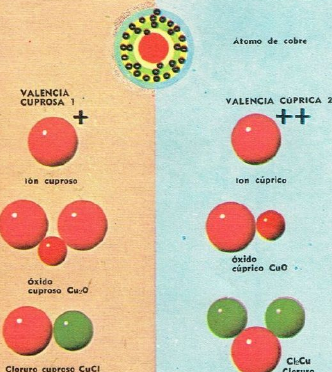
Inicialmente, el latón era una aleación de cobre y cinc, y el bronce, una aleación de cobre con estaño. Sin embargo, el término bronce se ha extendido a las aleaciones en las que intervienen otros elementos diferentes del estaño.

Para evitar confusiones se ha decidido aplicar el término *bronce* a todas las aleaciones de cobre con otros elementos que contengan como máximo el 96 % de cobre, excepto para el caso del cinc.

El término *latón* se aplica a las aleaciones del cobre con el cinc, aunque pueden estar presentes otros metales, siempre que sus efectos (es decir, las propiedades que confieren a la aleación) estén subordinados a los del cinc.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL METAL

El cobre tiene tres capas electrónicas completas y sólo un electrón en la capa más externa. Cabría, por tanto, esperar que este elemento tuviera de valencia uno y, de hecho, el cobre tiene dicha valencia en una serie de compuestos, llamados *cuprosos*. Todos los iones cuprosos han perdido su electrón más externo; son iones con una carga positiva. Sin embargo, los iones cuprosos son muy inestables, ya que a pesar de que el cobre puede tener una valencia uno, es más frecuente que tenga una valencia dos. Además del electrón más externo, se pierde un electrón de una capa interna, con lo que se produce un ion *cúprico* (2). Los compuestos *cuprosos* son muy inestables y fácilmente se convierten en compuestos cúpricos, que son mucho más estables.
El cobre puro cristaliza en forma cúbica centrada en las caras.
Es un metal relativamente estable en condiciones atmosféricas normales. El color rojo distintivo del metal puro varía de acuerdo con las influencias externas, y esto tiene interés desde el punto de vista artístico, sobre todo en su uso como material de ornamentación. La superficie del cobre, si no se pulimenta, varía de color al recubrirse con uno o con varios de los siguientes compuestos: (1) óxido cuproso, Cu_2O, sustancia roja que da un color vivo a la superficie del cobre enfriado en agua, cuando está al rojo vivo; (2) óxido cúprico, CuO, de color negro, que se forma cuando el cobre caliente se enfría al aire; (3) carbonato cúprico hidratado, $CO_3Cu\text{-}H_2O$ (o carbonato básico de cobre, $CO_3Cu[OH]_2$) que es la sustancia verde que se forma en el cobre expuesto a la atmósfera (verdín). La formación de este verdín, contrariamente a lo que le ocurre al hierro en las mismas condiciones, sirve de protección que evita la persistencia del ataque del gas carbónico sobre el metal. El cobre metálico es resistente a los álcalis, excepto a los que contienen amoníaco. Su ataque por ácidos minerales y orgánicos depende, fundamentalmente, de la existencia de un oxidante en la disolución. El cobre resiste la oxidación por vapor de agua a altas temperaturas, y resiste la acción de la mayoría de las disoluciones salinas. Sin embargo, es poco resistente al ataque del azufre y de los compuestos del azufre, pero aleándolo con cinc, para producir el latón, se aumenta mucho su resistencia al azufre. Aunque el cobre no desplaza al hidrógeno de los ácidos, se disuelve rápidamente en ácidos oxidantes (tales como ácido nítrico fumante), o en soluciones ácidas que contienen agentes oxidantes, como son las soluciones de ácido sulfúrico, que tiene sulfato férrico.
Los iones cúpricos tienen tendencia a asociarse con cuatro moléculas de agua, tanto cuando están en disolución como cuando se encuentran en forma cristalina. Esta agua está débilmente unida y si, por ejemplo, se calientan cristales de sulfato cúprico, se elimina el agua y la estructura cristalina se destruye. El amoníaco también tiende a asociarse con los iones cúpricos. Así, las sales cúpricas se disuelven en disoluciones de amoníaco para formar un complejo de cuproamoníaco, en el cual cuatro moléculas de amoníaco están asociadas alrededor de cada ion cúprico. Este complemento de cobre y amoníaco puede disolver la celulosa, y se ha ensayado como un medio de fabricar rayón.



El cobre tiene generalmente la valencia 2 y forma una serie de compuestos denominados compuestos cúpricos. De la configuración del cobre habría que esperar que tuviese valencia 1 (tiene un solo electrón en su capa externa). Pero de hecho esta serie de compuestos, los compuestos cuprosos, son muy inestables.

DIFERENTES CLASES DE COBRE

Tipo de cobre	Conductividad eléctrica % I.A.C.S.	Conductividad térmica
Electrolítico	101	226
Desoxigenado	101	226
Desoxidado	101	226
Baja conductividad	80-90	185-205
Arsénico	45-80	110-185
Con plata	100-101	226

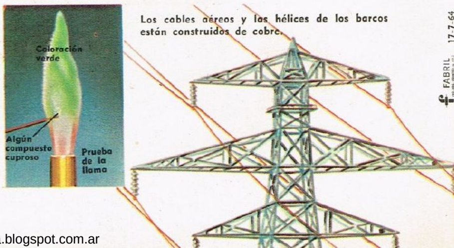
PRODUCCIÓN MUNDIAL DE COBRE (BASE MINERAL)

País	1918	1929	1939	1944	1947
P. africanos	31.000	156.000	356.000	248.000	218.000
Canadá	53.000	109.000	281.000	224.000	201.000
Chile	86.000	316.000	339.000	490.000	448.000
Japón	96.000	75.000	77.000	—	—
México	76.000	79.000	49.000	33.000	61.000
U.R.S.S.	5.000	26.000	107.000	—	—
EE.UU.	866.000	931.000	667.000	1.022.000	871.000

El proceso de obtención de rayón, utilizando sales de cobre, se basa en el descubrimiento (de Schweintzer, en 1857) de que la celulosa se disuelve en el hidróxido de cuproamoníaco. El material básico de cobre se prepara tratando soluciones concentradas de sulfato cúprico con disoluciones frías de amoníaco, o hidróxido sódico. La disolución de la celulosa purificada y desintegrada se hace también en frío, y en presencia de la cantidad adecuada de disolución de amoníaco (24-28 %). En general, el proceso del cuproamoníaco no puede competir económicamente con el proceso más extendido de la viscosidad, pero es más económico cuando se trata de obtener filamentos muy finos de rayón; por eso existen todavía numerosas fábricas que utilizan este proceso.

COMPUESTOS DE COBRE

El sulfato cúprico hidratado con cinco moléculas de agua es el más importante de todos los compuestos del cobre, en cuanto a su uso general y a su producción industrial. Un gran número de compuestos de cobre se fabrican a partir del sulfato cúprico.
El proceso de obtención industrial más común del sulfato cúprico consiste en inundar un depósito que contiene chatarra de cobre con ácido sulfúrico diluido y caliente. A pequeños intervalos, se vacía el ácido, y se recicla hasta que, prácticamente, se neutraliza. Es probable que en este proceso el sulfato cúprico actúe, sobre el metal en la disolución, formando sulfato cuproso, que oxida por reacción al sulfato cúprico con el óxido disuelto.
El sulfato de cobre y otros compuestos de cobre son relativamente tóxicos, aunque, por regla general, la ley no exige que se les ponga la etiqueta de venenos, sino una advertencia de que son perjudiciales, en caso de ingestión.
El sulfato cúprico se utiliza, principalmente, en la agricultura. Desde hace muchos años es el más importante funguicida para el control de enfermedades de la vid, patata, tomate y otros cultivos agrícolas. Se utiliza en forma del llamado caldo bordelés, que consiste en añadir yeso (*lime*) a la disolución de sulfato. Se aplica por aspersión.



Los cables aéreos y las hélices de los barcos están construidos de cobre.

FABRIL 17-7-64



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

LA NATURALEZA Y SUS ESPIRALES

La espiral es una curva con la que todos estamos familiarizados. ¿Quién no ha abierto una botella con un sacacorchos, no ha apretado un tornillo, o no ha subido por una escalera de caracol? Veamos, sin embargo, cómo esta figura extiende su importancia hasta unos límites mucho más amplios que los puramente observables, en nuestra vida diaria. Toda espiral es una curva espacialmente asimétrica. Si reflejamos una espiral en el espejo, la propia espiral y su imagen son diferentes. Por ello hemos de distinguir dos tipos: espirales arrolladas "a derecha" y "a izquierda" (véase figura adjunta).

Casi todos los tornillos, tuercas, etc., tienen roscas que se



Espiral arrollada "a izquierda"



Espiral arrollada "a derecha"

accionan "a derecha", y todo el mundo, automáticamente, gira el destornillador en el mismo sentido que las agujas del reloj, si pretende apretar un tornillo. Otras estructuras helicoidales creadas por el hombre (escaleras de caracol, cuerdas y cables formados por fibras retorcidas, muelles diversos, etc.) presentan, sin embargo, ambas formas.

Las estructuras helicoidales abundan en los seres vivos y, en casi todos los casos, el código genético lleva la información necesaria para precisar de qué tipo ha de ser la espiral formada. De hecho, los portadores del código genético son los ácidos nucleicos, cuyas moléculas están siempre arrolladas, según creen la mayor parte de los bioquímicos, en forma de espiral "a derecha". Los cuernos de los animales superiores presentan, generalmente, simetría opuesta; así es el caso en los antílopes, cabras y otros mamíferos. La cóclea del oído humano es una espiral cónica arrollada a izquierda en el oído izquierdo, y a derecha en el derecho.

Cuando una espiral es característica relevante de un ser viviente, cada especie mantiene siempre la misma simetría. Este hecho puede comprobarse en innumerables tipos de bacterias helicoidales, y en los espermatozoides de los animales superiores. El cordón umbilical humano es una triple espiral, formada por una vena y dos arterias, que invariablemente van arrolladas a izquierda. Los caparazones de los caracoles, y otros moluscos, proporcionan relevantes ejemplos de espirales cónicas naturales. No todas las especies presentan espirales de la misma simetría, dándose, incluso, el caso de que una especie presenta distinta simetría en localidades diferentes.

En las plantas, las estructuras helicoidales son frecuentes en tallos, semillas, flores, hojas, etc., incluso en la disposición de hojas y ramas alrededor del tronco. Los pedúnculos helicoidales de las plantas trepadoras están, generalmente, arrollados a derecha. Muchas especies de plantas tienen, sin embargo, la simetría contraria. La madreselva, por ejemplo, siempre se arrolla a derecha, mientras que la enredadera lo hace a izquierda. Cuando ambas plantas se encuentran, se funden en un largo y estrecho abrazo, que ha sido el tema de muchas composiciones poéticas.

La trayectoria en espiral del neutrino resulta del acoplamiento de sus movimientos de traslación con su "spin". Muchos otros objetos inanimados, y seres vivos, describen trayectorias helicoidales similares: un punto de la hélice de un avión, un caracol subiendo o bajando de un árbol. Los tornados, huracanes, remolinos, el agua al introducirse en un sumidero, son buenos ejemplos de movimientos cuya trayectoria es una espiral cónica.

La espiral es, por último, una figura muy utilizada metafóricamente. El progreso científico y la inflación económica se comparan muchas veces a espirales cónicas invertidas. Asimismo, esta figura, recorrida en sentido inverso, constituye el símbolo del pesimismo y la desesperanza.

MÁS ALLÁ DE LOS MITOCONDRIOS

Desde hace 25 años, se sabe que los pequeños corpúsculos denominados mitocondrios constituyen las centrales energéticas de la célula, pues en ellos es donde la energía química de los productos que nutren la célula se convierten en energía disponible, para que el pequeño organismo la utilice convenientemente.

Recientemente, investigadores de dos universidades distintas, han colaborado en una serie de estudios que han permitido identificar y aislar las "partículas elementales" que realizan las etapas principales de la oxidación de los alimentos, es decir, han contribuido a precisar la parte del mitocondrio que realiza la función, digámoslo así, de la turbina dentro de la central energética. Estas "partículas elementales", que llevan a cabo la oxidación, parecen estar compuestas de cuatro complejos de proteínas y lípidos, que constituyen la llamada "cadena respiratoria". Los electrones extraídos de los productos intermedios del metabolismo son trasportados por esta cadena y cedidos al oxígeno, que se convierte, de este modo, en agua. La energía de los electrones se aprovecha en tres puntos específicos de esta cadena, lo que da como resultado la formación del ácido adenosintrifosfórico, combustible intercelular.

Estos trabajos han sido llevados a cabo por Humberto Fernández-Morán (Universidad de Chicago) y por D. E. Green, P. V. Blair y T. Oda (Universidad de Wisconsin). En 1960, el Dr. Fernández-Morán, examinando con un microscopio electrónico las membranas de los mitocondrios, pudo detectar ciertas estructuras que se repetían invariablemente. Estas estructuras estaban formadas por un gran número de partículas poliédricas de unos 100 Å de diámetro (1 Å es una cienmillonésima de centímetro), que se encuentran extendidas sobre la membrana y unidas a ella por medio de pequeñas ligaduras. El grupo de la Universidad de Wisconsin logró separar estas partículas de la estructura de la membrana. La preparación obtenida fue capaz de llevar a cabo el proceso de trasferencia de electrones, pero, aún más, la cadena, partida en sus cuatro componentes y posteriormente reconstituida, también presentó la actividad biológica mostrada anteriormente.

Tanto los segmentos aislados, como las partículas reconstruidas fueron catalogados por el Dr. Fernández-Morán, como esencialmente idénticos a los que él observó en la membrana de los mitocondrios.

Estos estudios nos revelan hasta qué extremo de precisión profundiza la moderna ciencia biológica, en su afán de asignar y adscribir las funciones fisiológicas a "partículas" que, como puede apreciarse, rebasan los límites de la Biología y llegan al tamaño de simples moléculas químicas.



CORREO DE LECTORES

ALCANCES DE LA TEORÍA DE DARWIN

D. J. Onyschuk. — Les solicito que tengan a bien explicarme los alcances de la teoría de Darwin sobre la evolución de las especies. Desearía saber si dicha teoría es mundialmente reconocida o no, y qué significa el "eslabón perdido".

Es prácticamente imposible dar a conocer en este espacio el alcance y vigencia actual de la llamada "teoría" de Darwin. Algunos artículos próximos se ocuparán del tema. Sin embargo, puede decirse, de forma general, que un núcleo importante de las ideas de Darwin sigue teniendo vigencia, o que, por lo menos, ha servido para desarrollar fructíferas teorías. Concretamente, se acude de nuevo a los conceptos de **variabilidad** y **selección natural** para explicar la evolución.

En cuanto al **eslabón perdido**, es preciso decir que hoy día tal término no tiene la menor vigencia ni significado. Esta denominación se acuñó en tiempos en que, siguiendo estrictamente la hipótesis de Darwin, se intentaba buscar un fósil intermedio que ligase los homínidos con los monos antropomorfos. Actualmente no se admite una relación **directa** de parentesco entre el hombre y los



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

antropomorfos (monos superiores), sino que se considera a ambos como descendientes de un tronco común indiferenciado. Los antropomorfos actuales (chimpancé, gorila, orangután) derivan, de forma "colateral", de este tronco común, habiendo comenzado su separación en tiempos muy remotos. Puede resumirse esta idea diciendo que los monos antropomorfos no son nuestros "abuelos", sino —todo lo más— nuestros "primos". En estas condiciones, la búsqueda del clásico "eslabón perdido" no tiene sentido.

TIPOS DE LEUCEMIA

J. C. Latricchina. — Quisiera que me informaran acerca de los tipos de leucemia existentes.

La **leucemia** es una enfermedad mortal, caracterizada por una gran proliferación de las células de la sangre, llamadas leucocitos (glóbulos blancos), y de sus estados "infantiles" o precursores. Suele comenzar en los órganos productores de la sangre, pero puede extenderse esta producción anormal a otros tejidos (infiltraciones). Es característica la presencia en gran número de leucocitos no "adultos", y la aparición de anemia, debida al anormal funcionamiento de los órganos productores de la sangre. Aparte de las leucemias mieloide y linfoide crónicas, se suele distinguir una leucemia mieloide y otra linfoide, agudas, y una leucemia monocítica, caracterizada por la proliferación de monocitos (una clase de leucocitos).
Actualmente, se ha abandonado la teoría de que la leucemia está producida por microorganismos, considerándose como un desorden histogénico (neoplasia). Parece haber una ligera influencia hereditaria, y algunos agentes, como radiaciones y sustancias químicas (benzol), pueden determinar su desarrollo. No obstante, en las aves se ha encontrado una leucemia producida por un virus filtrable. En los ratones se tienen datos muy exactos del modo de trasmisión hereditario de una leucemia que se comporta como factor recesivo.

CONSULTAS AGRUPADAS

F. M. — Las temperaturas de fusión del oro y de la plata son 1.063° C. y 961° C., respectivamente. Estas temperaturas pueden conseguirse con un soplete. Naturalmente, las piezas que hayan de ser fundidas han de colocarse en crisoles especiales que resistan esas temperaturas.

E. V. — En nuestro esquema, ya entraba el incluir algunos artículos sobre este interesante y siempre sugestivo tema de la precisión y de la mutación giroscópica. Dentro de un par de números, aparecerán en las páginas centrales de nuestra revista varios artículos sobre este tema. A continuación, le incluimos la fórmula de **la velocidad angular de precisión,** que usted nos solicita:

$$\theta = \frac{L}{I\,\omega}$$

Donde L es el momento de la fuerza que actúa sobre el cuerpo en rotación, I su momento de inercia y ω su velocidad angular. Las unidades de L en el sistema M.K.S., al que Vd. se refiere, son newton.metro; las de I, kilogramo.metro^2; y las de ω, radián/segundo.
Sustituyendo los valores de estas magnitudes en la fórmula anterior expresadas en las unidades indicadas, obtendrá Vd. el valor de θ, velocidad angular de precisión, en radianes/segundo. Comprendemos su impaciencia por nuestra demora en contestarle, pero ha de tener usted en cuenta que son muchísimas las consultas que semanalmente recibimos, y muy poco el espacio disponible.

Y PARA CONCLUIR...

LA CHINCHE DE AGUA

Con este nombre se conoce vulgarmente a un insecto perteneciente a la familia denominada **Corixidae**, habitante de aguas frías, que puede volar, nadar y bucear. En tierra firme, sin embargo, camina dificultosamente. Dado que es más pesado que el agua, este insecto permanece habitualmente cerca del fondo, donde además puede encontrar su comida habitual entre el limo de origen orgánico. De vez en cuando, atrapa entre sus alas una pequeña burbuja de aire, que le proporciona el impulso ascensional necesario para subir a la superficie. Para descender más rápidamente, se sirve de sus poderosas patas traseras, utilizándolas a manera de remos.
Puede considerarse a estos hemípteros como un importante eslabón en la cadena nutritiva entre los organismos que forman el limo abisal y los animales acuáticos que se alimentan de estos insectos, que se utilizan desecados, como componentes de las comidas que se expenden en las tiendas para alimentación de pájaros, peces, etc. En algunos países, el hombre también aprovecha su valor nutritivo. Cerca de la ciudad de México, los huevos de la chinche de agua, "ahuatle", se preparan especialmente para ser consumidos por el hombre. Unas veces se tuestan, y otras se añaden a sopas, o se usan para untar la carne. Es muy curioso verlos actuar en un acuario; cómo suben a la superficie para respirar, cómo bucean rápidamente hasta llegar al fondo, para esconderse, o cómo emiten un ruido silbante, al frotar la cabeza con las patas delanteras.

EL ÁTOMO Y LA ELECTROQUÍMICA

En 1813, Michael Faraday, que contaba entonces 22 años y era aprendiz de encuadernación, obtuvo un empleo de ayudante del laboratorio que dirigía H. Davy en la Royal Institution. Al cabo de unos pocos años, Faraday impuso su talento científico, al llevar a cabo una serie de investigaciones que iban a constituir la base de la electroquímica y del electromagnetismo.
Faraday estudió intensivamente la electrólisis de sales, ácidos y bases. Fue él quien propuso la nomenclatura utilizada hoy universalmente: electrodo, electrólisis, electrólito, ion, catión, etc.
Faraday estudió cuantitativamente la relación entre la cantidad de sustancias depositada en los electrodos y la magnitud de la corriente que se hacía pasar.
Dejemos que él nos lo explique en sus propios términos:
"Los equivalentes electroquímicos coinciden y son, en definitiva, lo mismo que los equivalentes químicos ya conocidos. Estoy convencido de que no me engaño a mí mismo cuando concedo a la electroquímica tanta importancia. Más que ningún otro hecho anterior, nos sugiere muy directamente la bonita idea de que la afinidad química es una simple consecuencia de atracciones de tipo eléctrico entre las diversas partes de la materia.
En caso de duda, los equivalentes electroquímicos podrán ser utilizados para deducir el verdadero equivalente químico, o magnitud proporcional, es decir, el peso atómico de un cuerpo. No dudo de que, si asignamos al hidrógeno un peso atómico de 1, y despreciamos fracciones más pequeñas para simplificar, el peso atómico del oxígeno es 8, el del cloro 37, el del estaño 59, etc."
No olvidemos que cuando Faraday expuso estas ideas, los trabajos de Avogadro no eran aún considerados tanto como merecían, y se suponía que una sustancia se descomponía simplemente en dos iones, uno positivo y otro negativo. Dado que, mediante la electrólisis, se obtenían 8 gramos de oxígeno por cada uno de hidrógeno, Faraday concluyó que la fórmula del agua era HO y que el peso atómico del oxígeno era 8. Aparte de este error que Avogrado resolvió posteriormente, las experiencias de Faraday fueron sumamente valiosas, puesto que contribuyeron a esclarecer definitivamente el concepto de peso atómico y, junto con ello, a sugerir una cuantización de la electricidad, que se cristalizó luego en el establecimiento del electrón como unidad eléctrica fundamental.

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	30.—
*COLOMBIA,	Pesos	3.—
*COSTA RICA,	Colones	2.—
*CHILE,	Escudos	1.—
ECUADOR,	Sucres	6.—
*EL SALVADOR,	Colones	1.—
ESPAÑA,	Pesetas	18.—
*GUATEMALA,	Quetzales	0,30
*HONDURAS,	Lempiras	0,60
*MÉXICO,	Pesos	3,50
*NICARAGUA,	Córdobas	2.—
*PANAMÁ,	Balboas	0,30
PERÚ,	Soles	10.—
*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
URUGUAY,	Pesos	4.—
*VENEZUELA,	Bolívares	1,25

Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 14 de setiembre de 1964

Nº 49

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: **A. ABERCROMBIE (Prof. de Embriología, Universidad de Londres), las células y su estructura. P. AILLERET (Dir. Electricité de Francia), Ley de Ohm. Ernest BAUMGARDT (Universidad de París), la velocidad de la luz. U. A. COHEN (Lab. Biol.-Méd., Universidad de Leiden, Países Bajos), oído y equilibrio. Adrianus J. DEKKER (Prof. de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Minnesotta), experimentos con electrostática. William F. FAIRBANKS (Prof. de Física, Universidad de Stanford), giroscopios. P. FLEURY (Dir. Inst. óptica Aplicada, París), la velocidad de la luz. Dr. John E. GIBSON (Prof. Ing. Eléctrica, Universidad de Purdue), cálculos eléctricos. Prof. Gert von NATZMER (Berlín), las células y su estructura.**

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por
EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES

AÑO I
TOMO IV
Nº 49

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: **ARGENTINA:** Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana, Carrera 7ª Nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S.A., Santo Domingo 1175, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela DC. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. Responsable Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S.A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** C. A. Venezolana de Publicaciones, Principal a Santa Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:

EXPERIMENTOS CON ELECTROSTÁTICA. — Máquina de Wimshurst, empleada para obtener cargas electrostáticas de alto voltaje. Al girar la manivela, los discos dan vueltas en direcciones opuestas, e inducen cargas entre ellos.

Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Factor de amplificación luminosa: 1.500.000. — En la Universidad de Princeton, Nueva Jersey (EE. UU.), ha sido puesto a punto un aparato que puede amplificar 500.000 veces la intensidad luminosa y se está procediendo a la construcción de un aparato similar, con el que será posible triplicar este efecto. La biología y la astronomía son, directamente, las ciencias que más pueden beneficiarse con esta nueva técnica. En efecto, de ahora en adelante las células podrán ser visibles merced a su propia luz y, asimismo, será posible estudiar en mejores condiciones cuerpos estelares muy distantes, reduciendo considerablemente los tiempos de exposición. Las primeras fotografías de una célula viva han sido obtenidas, mediante esta técnica, por el Dr. G. T. Reynolds, de la Universidad de Princeton, utilizando el nuevo amplificador acoplado a un microscopio. De este modo, obtuvo fotografías de **Noctiluca miliaris,** un minúsculo ejemplar marino fosforescente. Parece ser que todo organismo es, aunque en muy débil grado, luminiscente. La luz emitida es, sin embargo, suficiente para que pueda ser detectada mediante esta técnica, que elimina, además, los efectos perturbadores de la iluminación clásica. Según el Dr. Reynolds, la luminiscencia registrada en las células parece provenir de áreas específicas de su superficie. El mismo amplificador ha sido utilizado en el National Observatory, Tucson, Arizona, para tomar fotografías estelares. Este amplificador está formado, esencialmente, por una superficie fotosensible y una pantalla, entre las que van intercaladas cinco membranas de óxido de aluminio, de una diezmilésima de mm. de espesor aproximadamente. La luz de una estrella lejana, por ejemplo, provoca la emisión de electrones de la superficie fotosensible. El número de electrones emitido se multiplica varias veces en cada membrana, consiguiéndose de este modo las fantásticas amplificaciones que más arriba hemos señalado.

Nuevo método de obtención de monocristales. — La obtención de monocristales está siendo actualmente objeto de mucha atención, dado que éstos constituyen el material de partida de la física del estado sólido. Un nuevo método para la obtención de monocristales ha sido puesto a punto en los laboratorios de la "Bell Telephone". Ha sido bautizado con el nombre de VLS (vapor-líquido-sólido), porque, al parecer, este método requiere la presencia conjunta de las tres fases de la sustancia de partida. Esta técnica puede aplicarse a cualquier tipo de sustancia, y requiere temperaturas mucho más bajas que las que exigen las técnicas utilizadas hasta el momento. Se cree que este procedimiento tendrá inmediatas aplicaciones, particularmente valiosas en el campo de los semiconductores, del laser y de aparatos magnéticos y piezoeléctricos.

NOTICIAS DE MAÑANA

Discriminación entre microbios terrestres y microbios espaciales. — La posible contaminación de Marte por microbios terrestres está siendo objeto de numerosos estudios, ya que, por principio, este punto es de la mayor importancia en las conclusiones que en el futuro puedan sacarse acerca de la existencia de alguna forma de vida en el citado planeta.

Así lo ha establecido el Dr. C. W. Bruch, del Departamento de Biología de la NASA, quien, refiriéndose a este problema, ha dictaminado que "...los microbios terrestres podrían contaminar a Marte y ser recogidos luego por alguno de nuestros instrumentos diseñados para detectar principios vitales en dicho planeta, con lo que las conclusiones a que llegaríamos serían totalmente absurdas". De acuerdo con ello, ha sido establecida una cuarentena especial, para esterilizar los vehículos espaciales destinados a este fin. Este proceso no es sencillo, pues exige un cuidadoso control, que atañe a todas las etapas de construcción del vehículo espacial.

El mismo problema se presenta a la inversa. Una nave espacial que volviese a la Tierra, después de haber "aterrizado" en un planeta, podría traer con ella microbios de carácter pernicioso. La probabilidad de que esto suceda es, según el Dr. C. W. Bruch, muy pequeña, pero en ningún caso debe ser descartada, pues la búsqueda de formas vitales fuera de nuestro planeta es una de las más profundas y cautivadoras empresas en las que los científicos se hallan actualmente comprometidos.



El cuerpo humano conduce la electricidad. Stephen Gray (1696-1736), aisló el cuerpo de un muchacho, colgándolo con cuerdas de seda, y le acercó a los pies un tubo de vidrio cargado. Las cargas inducidas atravesaron el cuerpo desde los pies y, al acercar una carga positiva, se produjo una acción inducida, detectada en la cabeza por la deflexión de una lámina de bronce.

EXPERIMENTOS CON ELECTROSTÁTICA

Un peine, una pluma o cualquier utensilio hecho con material plástico se carga de electricidad si se frota enérgicamente con piel o material de lana. Un objeto de vidrio se carga si se frota con seda. El objeto cargado es capaz de realizar pequeños trabajos; por ejemplo, levantar menudos trozos de papel o pluma, repeler otros objetos similares, etcétera. Globos frotados pueden quedar adheridos al techo de una alcoba casi indefinidamente. Esta capacidad de repeler o de atraer es el resultado de la electricidad estática.

La materia tiene pequeñas cargas eléctricas de dos tipos: positivas y negativas. Una carga positiva atrae otras negativas, y dos cargas del mismo signo se repelen. Las cargas negativas son trasportadas por electrones, y las positivas por partículas mucho más grandes, llamadas protones. La materia normal tiene el mismo número de cargas positivas y negativas, y se llama eléctricamente neutra, pero las cargas pueden trasferirse de un objeto a otro por frotamiento. Cuando se frota una pluma con piel, se trasfieren cargas negativas de la piel a la pluma. Como la pluma gana cargas negativas, se carga negativamente; mientras que la piel pierde electrones y, de esta manera, se carga positivamente. El flujo de cargas negativas constituye una corriente eléctrica. La electrostática se ocupa solamente de cargas eléctricas en reposo (estáticas) y de los efectos de atracción y repulsión entre ellas, cuando son incapaces de moverse. Esto se hace aislando las cargas. Todas las sustancias que al frotarse se cargan son aisladoras. Una barra de metal frotada no se carga, puesto que el metal es un conductor y permite a las cargas trasferidas pasar a su través, y, por medio de la persona, a la tierra.

El cuerpo humano es, relativamente, un buen conductor (de otra forma no sentiríamos un estremecimiento al paso de una corriente eléctrica por nuestro cuerpo). Esto fue demostrado por Stephen Gray en el siglo XVIII de la forma siguiente: suspendió horizontalmente un joven y lo aisló con cordones de seda. Un tubo de vidrio, cargado positivamente, al acercarlo a los pies del joven atrajo una carga negativa. Esta carga negativa fue trasportada desde la cabeza a través del cuerpo del muchacho, puesto que se vio que la cabeza había adquirido carga positiva.

En los tiempos de Gray los juegos con electrostática estaban muy de moda, pues ésta era la única electricidad que se conocía. Frotando enérgicamente durante algún tiempo, y almacenando la carga en una botella de Leyden (el antecesor del moderno condensador), se podía disponer de una cantidad de electricidad suficiente para producir un "shock"

CARGA POR FRICCIÓN

A menudo, cuando dos objetos se frotan, se trasfieren electrones (cargas eléctricas negativas) de uno a otro. Si los dos objetos son buenos aisladores, las cargas trasferidas no pueden escapar. Así, por ejemplo, la pluma y el paño quedan cargados con electricidad estática. La pluma gana electrones y se carga negativamente, mientras el paño recibe una cantidad de carga positiva. Por lo tanto, la pluma y el paño se atraen, puesto que tienen cargas de distinto signo.



CARGA POR INDUCCIÓN

(Izquierda) Una pluma cargada puede usarse para suministrar una carga eléctrica a un objeto de metal, por inducción. La pluma atrae cargas positivas y repele cargas negativas, que no pueden escapar, a causa de la capa aisladora de cera. (Derecha) Si se toca la barra cuando la pluma está aún manteniendo las cargas positivas en la parte superior de la barra, ha perdido carga negativa, y retiene carga positiva aún en el caso de que se retire la pluma.



Una varilla cargada atrae trocitos de papel, plumitas y otros objetos ligeros, al inducir una carga de signo opuesto en el objeto.
De la misma forma, una varilla cargada atrae el chorrito de agua de un grifo.



El cabello, fuertemente frotado, se pone de punta. Se debe esto a que la fricción lo ha electrizado y, como todos los cabellos tienen la misma carga, se repelen y entonces se separan.

apreciable. Uno de los mejores métodos para fabricar electricidad estática era hacer rodar y frotar una gran esfera de azufre. La esfera sólo almacena una cierta cantidad de carga. Como las cargas del mismo signo se repelen, no pueden permanecer juntas durante mucho tiempo; de forma que si la esfera tiene suficiente carga, ésta saltará al objeto conductor más cercano, formando una chispa y produciendo un ruido al atravesar el aire intermedio. Es correcto relacionar la chispa y el ruido con el trueno y el relámpago.

La cantidad de carga que la esfera puede almacenar depende de la atmósfera circundante. Si el tiempo está húmedo, las cargas se desprenden de la superficie. La humedad hace los aislamientos menos perfectos. Si frotamos la cabellera enérgicamente, se carga y, como cada uno de los cabellos se carga con electricidad del mismo signo, se repelen y se ponen de punta. Esto ocurre con relativa facilidad en tiempo seco, pero es prácticamente imposible en tiempo húmedo.

El mismo principio que rige el fenómeno de que los cabellos se pongan de punta, sirve de base a un instrumento muy sensible para detectar la electricidad estática: el electroscopio de láminas de oro. Esencialmente, consta de dos láminas de oro muy finas, unidas por un extremo. Si se aproxima alguna *carga eléctrica* a las láminas, éstas se cargan con electricidad del mismo signo y se separan.

Cuanto mayor sea la carga, mayor es la separación de las láminas.



El electroscopio de laminas de oro es un dispositivo para detectar cargas eléctricas estáticas. Ambas hojas van cargadas igualmente y se repelen una a otra. Para fabricar en casa un electroscopio pueden emplearse dos trozos de papel de plata.

INDUCCIÓN ELECTROSTÁTICA

El frotamiento no es la única forma de producir electricidad estática. Los métodos más modernos se basan en la inducción electrostática. Se llama inducción a la acción a distancia de un cuerpo cargado sobre otro que no lo está. Esto explica la acción de una pluma, frotada, sobre pequeños trozos de papel; las cargas de la pluma (negativas) atraen cargas positivas del papel neutro y repelen las negativas; así se crea en el papel una carga positiva inducida y es atraído por la pluma.

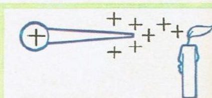
En las máquinas de inducción se suministra una carga a una sección del aparato y ésta se mueve cerca de otra sección en la que se induce una carga. La carga inducida puede almacenarse y ser trasladada, y la carga original puede usarse de nuevo para inducir nuevas cargas. La máquina más conocida de inducción es la de Wimshurst, inventada por James Wimshurst alrededor de 1878. Cuando se mueve la manivela, dos discos giran en direcciones opuestas.

Los discos están hechos de material aislante —goma laca— con sectores de láminas finas de metal en medio. Se coloca una carga en uno de los sectores de metal y ésta induce en el otro disco una carga de distinto signo. Cuando los dos giran, las cargas de uno van induciendo continuamente cargas en el otro. Esta máquina puede producir electricidad de hasta unos 20.000 voltios. Los experimentos a tan altos voltajes no son tan peligrosos como se podría pensar, ya que la cantidad de carga es muy pequeña. Un experimento consiste en colocarse encima de un gran bloque de cera y luego agarrar uno de los terminales de alto voltaje de la máquina de Wimshurst. Nada sucederá mientras el cuerpo está aislado, pero en cuanto toque tierra, la carga puede pasar a ella a través del cuerpo, y producir un choque *(shock)* eléctrico.

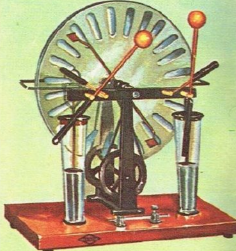
La cantidad de electricidad producida por una máquina de Wimshurst es todavía muy pequeña comparada con la de otros dispositivos; por ejemplo, una batería. Aunque la máquina electrostática puede producir electricidad a un voltaje más alto, la corriente procedente de ella es pequeña, ya que, generalmente, se descarga toda en forma de chispa en una fracción de segundo. Hay, sin embargo, muchas ocasiones en que se necesita una descarga corta pero penetrante de electricidad a un alto voltaje. Las máquinas electrostáticas modernas —el generador de Van de Graaff— producen electricidad a millones de voltios. Estas máquinas se utilizan para acelerar flujos de partículas cargadas en los experimentos de física atómica.

CÓMO SE ALMACENA LA ELECTRICIDAD ESTÁTICA

Es muy difícil almacenar electricidad a muy altos voltajes, ya que cuanto mayor sea el voltaje, mayor será la tendencia de la carga, bien a escapar al espacio, bien a saltar en forma de chispa hacia el objeto más próximo en contacto con tierra. En un generador de Van de Graaff la carga se almacena en unas esferas y la cantidad que puede almacenar depende de su forma. Las cargas almacenadas se repelen unas a otras, de manera que todas se dirigen a la superficie más externa de la esfera. Si hay alguna abolladura en la superficie, las cargas tienden a acumularse en ella, y tanto más densamente cuanto más profunda sea la depresión. En estas condiciones, la carga puede escapar, trasmitiéndose a las moléculas de aire cercanas a la abolladura. Estas moléculas cargadas forman un "viento", que sopla desde un punto de carga elevada. Un pararrayos, durante una tempestad, deja escapar cargas desde tierra, evitando el rayo.



Un experimento sencillo que muestra el "viento" eléctrico que abandona un punto conectado a un terminal de una máquina de Wimshurst.



La máquina de Wimshurst produce cargas electrostáticas de hasta 20.000 voltios. Al dar vueltas a la manivela, los discos giran en direcciones opuestas, e inducen cargas uno al otro.

LAS CÉLULAS Y SU ESTRUCTURA

En 1667, Roberto Hooke observó una delgada lámina de corcho, valiéndose de un microscopio primitivo, y descubrió que este material estaba constituido por unas cavidades poliédricas que él llamó células, por analogía con las celdillas de un panal.

Todos los tejidos vegetales están constituidos por células de forma análoga, y cada célula posee una delgada pero definida pared de celulosa. En las células animales falta la pared de celulosa, y las unidades son más difíciles de reconocer. Sin embargo, se les aplica el término célula, demostrando con esto que el contenido de cada unidad es más importante que sus límites. Es dentro de la célula donde se llevan a cabo todos los procesos vitales.

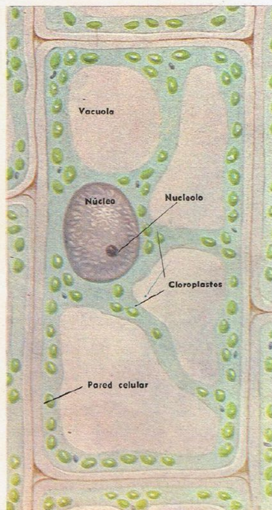
La base de todas las células vivientes es el *protoplasma*. Es importante dejar sentado que no es una sustancia simple, sino que se trata de una mezcla complicada de sustancias orgánicas e



Esquema de una célula cortada, en el que se puede observar: (1) el núcleo, (2) las mitocondrias, (3) el aparato de Golgi y el retículo endoplasmático.

inorgánicas, en las que continuamente están ocurriendo cambios químicos. La composición química del protoplasma varía, sin embargo, no sólo entre células de distintas especies y células que llevan a cabo distintas funciones, sino también entre las células de un mismo individuo, según las épocas. El componente principal es el agua, donde están disueltos, o suspendidos, *lípidos* (sustancias grasas), numerosas *proteínas*, y sales inorgánicas. El microscopio electrónico muestra que existe una estructura organizada —fibras y canales— en el interior del protoplasma.

Cada célula está unida por una *membrana celular*. Ésta no es una estructura externa, sino una parte viviente de la célula. La membrana puede verse con la ayuda del microscopio electrónico, y existen otros puntos que apoyan su existencia, como son los siguientes: si se colocan células en un líquido no se mezclan con él hasta que no han sido perforadas por medio de una aguja muy fina. Esto sugiere la existencia de algo que envuelva el protoplasma. Las investigaciones llevadas a cabo indican que la capa superficial del protoplasma es un conjunto de proteínas y lípidos, que evita la pérdida del contenido celular y permite, además, una cierta flexibilidad.



Corte esquemático de una típica célula vegetal, mostrando cada uno de sus componentes.

El grosor de esta membrana celular es menor que una milésima de milímetro. La forma de las células está controlada por factores externos. La celulosa de la pared celular de las plantas proporciona un contorno regular a las células. En el reino animal el contorno está condicionado por la presión de las otras células, o por la función que desempeña. Muchos protozoos tienen caparazones, u otras cubiertas, que les proporcionan una estructura fija, mientras que otros, como la *ameba*, cambian continuamente de contorno. Los protozoos se llaman, frecuentemente, *unicelulares;* es decir, con una sola célula, y han sido comparados con células de otros animales. Sin embargo, no es una comparación correcta, puesto que en los organismos superiores no existe una célula que lleve a cabo todas las funciones, como ocurre en los protozoos. Parece más correcto llamarlos *acelulares* puesto que sus cuerpos no están divididos en células.

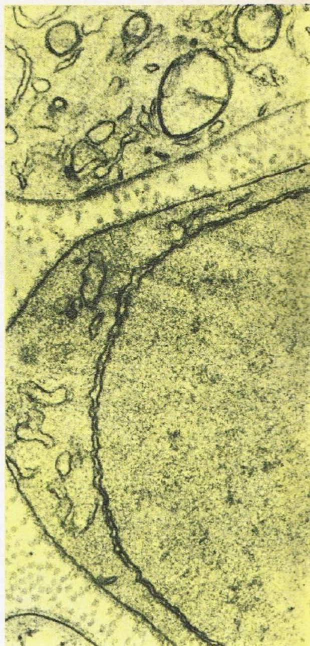
CONTENIDO CELULAR

Aparte del protoplasma, casi todas las células vivientes tienen una estructura en común: el *núcleo*. Esta estructura controla la actividad de toda la célula y, en general, sólo hay un núcleo en cada célula. Consta de protoplasma *(nucleoplasma)*, que contiene determinadas sustancias *(nucleoproteínas)*. El núcleo regula la síntesis de proteínas del resto de la célula *(citoplasma)*. Rodeando al núcleo existe otra membrana similar a la que rodea la célula. En el núcleo existe una región más oscura, llamada *nucleolo*.

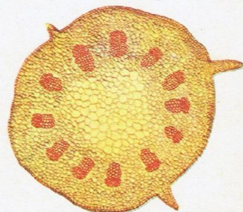
Se han descrito numerosas estructuras en las células; pero es muy posible que algunas no existan como tales. En efecto, en la mayoría de los casos las células se matan para su estudio, y es verosímil pensar que las estructuras de las células muertas tengan poco parecido con las del organismo vivo. Las estructuras existentes varían de una célula a otra, y pueden estar ausentes según la función de la célula. Se debe tener presente que no todas las inclusiones de las figuras tienen por qué aparecer en una célula simple.

La mayoría de las células poseen un sistema de canales llamado *retículo endoplasmático*. Probablemente, estos canales sirven para trasportar materiales desde la superficie al interior del citoplasma.

Con técnicas especiales, se ha podido ver el llamado *aparato de Golgi*. Éste es un conjunto de proteínas y materiales grasos, que forman una serie de tubos situados, en general, en la región del núcleo. El aparato de Golgi se encuentra en casi todas las células animales y, aunque su función no se conoce, debe jugar un papel importante en el metabolismo celular.



El *centrosoma* es una región clara del protoplasma, cercana al núcleo (en general, entre los cuerpos de Golgi). En el centro del centrosoma hay una mancha más oscura —*centriolo*—, cuya función parece estar relacionada con el proceso de división; es decir, de reproducción.



Esta sección trasversal de un tallo nos da una idea clara de la estructura celular de las plantas.



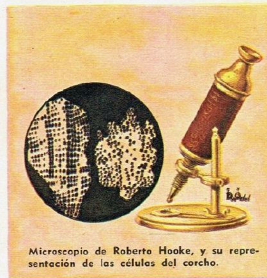
Reproducción fotográfica de una sección de un nervio visto al microscopio electrónico. Se ve claramente la gran célula de Schwann y su núcleo. La disposición en capas de la vaina de mielina, formada por la membrana de la célula de Schwann alrededor de la fibra nerviosa, se distingue fácilmente. f.n. = fibra nerviosa, m.n. = membrana nuclear de la célula de Schwann, v.m. = vaina de mielina.

Diseminadas a través del citoplasma (pero ocasionalmente concentradas) existen numerosas partículas, llamadas *mitocondrias.* Estas partículas se han examinado en materiales vivos o muertos, y resultan estar compuestas de lipoproteínas, exactamente como otros componentes de la célula. Muy probablemente están relacionadas con el metabolismo celular, especialmente con el mecanismo respiratorio, y su número es mayor en aquellos lugares de la célula donde la actividad química es máxima.
Los *plastos* son inclusiones comunes en las células vegetales, pero rara vez se encuentran en tejidos animales. Se trata de regiones citoplasmáticas modificadas, que contienen pigmentos y otros materiales utilizados en la producción de sustancias nutritivas. Los que contienen clorofila se llaman *cloroplastos.*

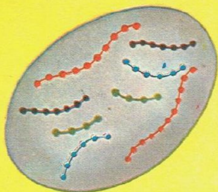
Las estructuras celulares citadas anteriormente toman parte en el metabolismo de la célula; pero existen inclusiones celulares que no están relacionadas directamente con la actividad citoplasmática. En algunas células epiteliales (por ejemplo, las que recubren el intestino) y células glandulares, existen numerosos *gránulos secretores,* que dejan en libertad ciertas sustancias químicas (hormonas, enzimas, etc.). El origen de los gránulos no está claro todavía. Las sustancias nutritivas se almacenan en la célula en forma de gotitas de grasa, o granos de almidón, u otros carbohidratos. Estas reservas son utilizadas cuando la célula las necesita.
Las *vacuolas* son espacios llenos de líquido dentro de las células, y se encuentran más frecuentemente en las células vegetales que en las animales. Las vacuolas en las células vegetales pueden llegar a ser muy grandes; pero en las células animales son, normalmente, pequeñas. El líquido contenido puede ser una reserva de alimento o de agua, o bien un punto colector de material a excretar. Otras inclusiones celulares son los *gránulos pigmentarios.*

LOS CROMOSOMAS

Hemos dicho que el núcleo es el que controla la célula; no solamente el trabajo, sino también su formación y estructura. El nucleoplasma contiene una cierta cantidad de un material denso, que en ciertos períodos (asociados con la reproducción de la célula) se hace más visible en forma de trazos. Este material constituye los *cromosomas.* Con algunas importantes excepciones, todos los núcleos de las células humanas tienen 46 cromosomas. Cada uno puede acoplarse con otro de forma que realmente lo que hay son 23 pares de cromosomas.
Las células de ratón tienen 20 pares, mientras que las de guisante tienen 7 pares. Morgan y otros investigadores encontraron que la mosca de la fruta, *Drosophila,* tiene en sus glándulas salivares cromosomas gigantes. Descubrieron que estos cromosomas poseen determinadas zonas claras y oscuras, que ahora se saben representan los *genes.* Éstos son las unidades básicas de la herencia.
Cada gen, o grupo de genes, controla una apariencia del cuerpo; por ejemplo, el color del pelo. Se piensa que cada gen está compuesto de complicados ácidos *nucleicos,* como el desoxirribonucleico (DNA). Pequeños cambios en la composición o disposición de las moléculas ocasionan variantes en los efectos del gen. La estructura complicada del gen le permite almacenar una gran cantidad de información.
Lo que hemos dicho anteriormente es sólo un esbozo de los cromosomas y genes. Más adelante aparecerán en otros



Microscopio de Roberto Hooke, y su representación de las células del corcho.



La estructura de los cromosomas en el núcleo. Se han dibujado cuatro pares solamente. Cada punto representa un gen; pueden existir millares en cada cromosoma. Cada cromosoma establece concordancia con uno similar.

artículos detalles sobre la división celular y las leyes que rigen la herencia.

FUNCIONES DE NUTRICIÓN

La célula está en constante actividad y en su interior se realizan continuamente complicadas reacciones fisicoquímicas, necesarias para el mantenimiento de la vida. Se da el nombre de *metabolismo* al conjunto de todas estas reacciones, que comprenden dos procesos contrarios: uno, constructivo de asimilación (*anabolismo*), y otro, destructivo, o de desasimilación (*catabolismo*).

Para que la asimilación se verifique, es necesario la penetración en la célula, desde el exterior, de determinados materiales que se trasforman después en sustancias propias.

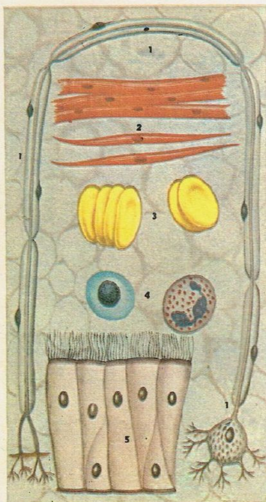
Existen muy pocas células que puedan tomar como alimento cuerpos sólidos; la mayoría se nutren por absorción de sustancias líquidas, o disueltas a través de la membrana.

Estas sustancias son luego sometidas a digestiones intracelulares, para poder entrar a formar parte de la materia viva.

El proceso de desasimilación pone después en libertad la energía de que son portadoras estas sustancias. Como consecuencia de estas desintegraciones se producen materiales inservibles para la célula, que ésta expulsa al exterior mediante el proceso de *excreción*.

Existen células que pueden asimilar el carbono del CO_2 a partir del aire, y formar compuestos carbonados; se denominan *autótrofas* y son todas las que poseen clorofila. Existe un corto número de células autótrofas que no poseen clorofila; entre ellas están las bacterias nitrificantes y sulfídricas.

Las células que no pueden asimilar el CO_2 se ven obligadas a ingerir sustancias carbonadas, y se llaman *heterótrofas.*



Células animales típicas: (1) fibra nerviosa simple; (2) fibras musculares; (3) glóbulos rojos; (4) glóbulos blancos; (5) células epiteliales (de recubrimiento) de la tráquea.

DIVISIÓN DEL TRABAJO FISIOLÓGICO

Los organismos que nos son más conocidos son pluricelulares. En un organismo unicelular como, por ejemplo, la ameba, su única célula realiza todas las funciones necesarias para la vida. En cambio, en un organismo pluricelular, grupos de células asociadas se encargan de realizar una sola función, y esto trae consigo una división del trabajo fisiológico. Así, por ejemplo, en el hombre, para realizar una función hay diversos *órganos*, y cada uno está constituido por células asociadas y diferenciadas, especialmente aptas para su trabajo respectivo.

Las masas de células formadas por la asociación de éstas en un orden constante, con propiedades estructurales, fisiológicas y químicas semejantes, se llaman tejidos.

CÓMO SE ESTUDIAN LAS CÉLULAS Y LOS TEJIDOS

Existe una serie de técnicas para preparar los materiales a observar; aquí citaremos solamente algunas.

Fijación. La observación se realiza matando las células por medio de líquidos especiales llamados fijadores. Después, en general, se cortan con ayuda de instrumentos especiales, llamados *micrótomos*.

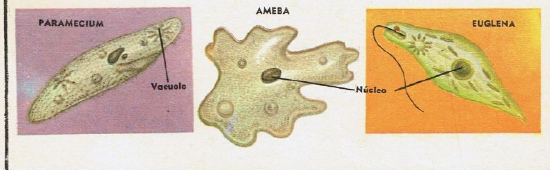
Coloración. Después de obtenidos los *cortes*, se tiñen con determinados colorantes. Unos tiñen el núcleo, otros los cromosomas, etc.

Microdisección. Con esta técnica se pueden eliminar determinadas partes de las células y tejidos, mediante aparatos especiales, llamados *micromanipuladores*, que se colocan en el microscopio y se accionan mediante tornillos.

Microfotografía. La fotografía presta también grandes servicios a la investigación, en este campo. Se coloca una cámara adaptada al microscopio, y se la ilumina adecuadamente.

Naturalmente, existen otros procedimientos para la observación de células y tejidos; pero sólo hemos descrito los más importantes.

ESTRUCTURAS TÍPICAS DE PROTOZOOS





BLAS PASCAL

y su mâquina de calcular

Durante mucho tiempo se han usado los ábacos (tableros contadores) como auxiliares del cálculo. Ahora la mecánica ayuda al cálculo con sus máquinas. La primera máquina de calcular (es decir, una en la que el resultado se lee directamente) fue construida por Pascal en 1642, que la diseñó para ayudar a su padre en sus cálculos monetarios. Siguiendo el mismo principio, se construyeron otras máquinas del mismo tipo. La que vamos a describir data de 1652. El original se conserva en el *Conservatoire des Arts et Metiers* de París, y una copia en el *Science Museum* de Londres.

La máquina de Pascal usa principios que aún se utilizan hoy en las modernas calculadoras. Consiste en una caja que contiene seis equipos de cilindros y ruedas dentadas (ver ilustración). Cada cilindro lleva los números del 0 al 9 alrededor de su eje, dispuestos de tal forma que solamente uno de ellos es visible a través de un agujero de la caja. Las ruedas dentadas están conectadas a seis mandos horizontales (algo así como un disco de un teléfono) y cuando se gira el mando, el cilindro gira con él.

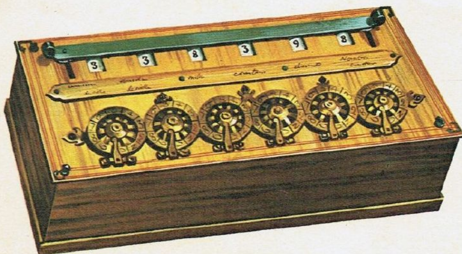
Para explicar el manejo de la calculadora, vamos a suponer que queremos sumar los números 2, 5 y 3. Giramos el disco de la derecha en sentido contrario al de las agujas de un reloj, desde donde está marcado el 2 hasta el cero. El disco se mueve de modo inverso al del teléfono y no vuelve a la posición de partida, aunque se suelte. Gira la rueda dentada en el interior y, simultáneamente, el cilindro gira 2/10 de vuelta. Ahora repetimos la operación con el número 5. La rueda hace que el cilindro avance 5/10 de revolución, de forma que el total registrado es 7. A continuación repetimos el proceso con el número 3, y el cilindro gira en el interior 3/10. Comoquiera que el cilindro está marcado en décimas, y hemos añadido 10 unidades (2, 3, 5), el dial vuelve de nuevo a cero. Un mecanismo dispuesto en el interior de la calculadora lleva el número 1 al cilindro inmediato de la izquierda, es decir, hace girar el cilindro contiguo 1/10 de revolución, de cero a uno. En total, hay en la caja seis cilindros, que representan (de derecha a izquierda) unidades, decenas, centenas, millares, decenas de millar y centenas de millar, respectivamente. La suma de 2, 5 y 3 produce un cero en el cilindro de las unidades y un uno en las decenas, dando el total de 10. Con los seis cilindros se puede realizar una suma cuyo total sea de 999.999. En realidad, el modelo descrito tiene dos equipos de números en los diales, de forma que el segundo equipo gira en la dirección opuesta (es decir, de 9 a 0, en vez de hacerlo de 0 a 9). Este último puede usarse para la sustracción, y está cubierto por una tira de metal cuando no se usa.

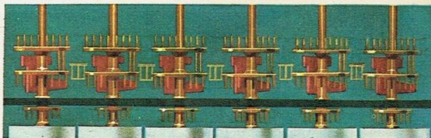
Algunas de las máquinas de Pascal fueron diseñadas para sumar libras, céntimos y denarios (monedas francesas), y pueden ser consideradas como las antecesoras de las máquinas registradoras.

Aunque el invento de las calculadoras es muy importante, Pascal no sólo es conocido como su inventor, sino que su obra comprende, además, física, matemáticas y filosofía. Pascal nació en Clermont-Ferrand en 1623 y desde temprana edad se interesó por las matemáticas. Se dice que a la edad de doce años descubrió él mismo algunas ideas geométricas de Euclides. Construyó la primera máquina de calcular antes de tener 20 años. Unos años más tarde fue capaz de demostrar que la presión atmosférica decrece con la altura.

Hoy día, 300 años después de su muerte, se recuerda a Pascal por su ley de la presión en los fluidos y por su triángulo. La ley sobre la presión en los fluidos resultó de sus trabajos en hidrostática, y es en la que se basa la acción de prensas hidráulicas, gatos hidráulicos y máquinas semejantes. El triángulo de Pascal es una figura de números que se usa en los estudios de probabilidades.

La extensión de la obra de Pascal es aún más sorprendente si se tiene en cuenta que no gozó de buena salud durante su vida y que murió a la edad de 39 años, en 1662.





Réplica de una máquina de sumar diseñada por Pascal en 1652. La vista superior (izquierda) muestra las seis ruedas y los seis agujeros donde aparece el total. La vista interior desde la base (derecha) muestra las ruedas dentadas, que se mueven por la acción de los diales. Cuando una rueda dentada realiza una vuelta completa, un mecanismo (que gira de derecha a izquierda) mueve, a su vez, la rueda siguiente un décimo de revolución.

LEY DE OHM

A condición de que las manifestaciones físicas, tales como la temperatura, no varíen, la intensidad de la corriente (la cantidad de *electrones* en movimiento) que circula por un hilo es directamente proporcional a la *diferencia de potencial* (es decir, la diferencia de presión eléctrica que origina el movimiento de los electrones) entre las extremidades del hilo.

Este hecho se conoce con el nombre de *ley de Ohm*. Veamos un ejemplo de esta ley: supongamos que tenemos una corriente de 4 amperios circulando por una estufa eléctrica conectada a una red de 240 voltios. ¿Cuál es la intensidad de la corriente, si el voltaje de la red cae a 120 voltios? La ley de Ohm nos dice que, ya que la diferencia de potencial (voltaje) se reduce a la mitad, la corriente debe reducirse en la misma proporción: se divide por dos. La nueva intensidad es, por lo tanto, de 2 amperios. En cada caso la relación $\frac{\text{voltaje}}{\text{intensidad}}$ es la misma:

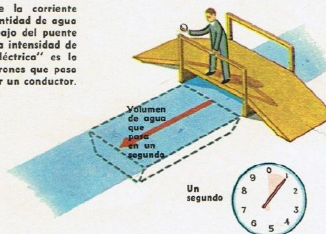
$$\frac{240}{4} = 60; \quad \frac{120}{2} = 60.$$

Por lo tanto, la ley de Ohm puede escribirse en forma de ecuación:

$$\frac{\text{voltaje}}{\text{intensidad}} = \text{constante}$$

Si el voltaje, o diferencia de potencial, se mide en voltios, y la intensidad en amperios, entonces la constante, en vez

La intensidad de la corriente de un río es la cantidad de agua que pasa por debajo del puente en un segundo. La intensidad de una "corriente eléctrica" es la cantidad de electrones que pasa en un segundo por un conductor.



El movimiento del agua está producido por una diferencia de altura entre los extremos del río.

Un movimiento de electrones está producido por una diferencia de potencial entre los extremos de un conductor. La diferencia de potencial recibe el nombre de voltaje.



En un segundo pasa un pequeño volumen de agua

Pequeña diferencia de alturas

1 h

En un segundo pasa un gran volumen de agua

2 h

Gran diferencia de alturas

Cuanto mayor es la diferencia de alturas, mayor es la corriente de agua. Del mismo modo, cuanto mayor es la diferencia de potencial (voltaje), mayor es la corriente eléctrica. Al doblar la diferencia de alturas, dobla el flujo de agua; al doblar la diferencia de potencial (voltaje), dobla la intensidad de la corriente. Ésta es la ley de Ohm.

En un segundo pasa un gran volumen

Ancho (pequeña resistencia)

En un segundo pasa un pequeño volumen

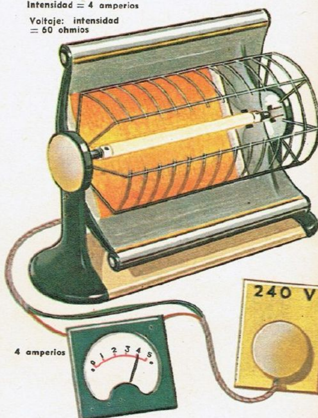
Estrecho (gran resistencia)

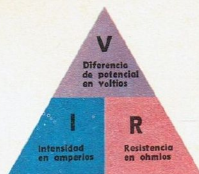
La "estrechez" del río también controla la cantidad de agua que corre por debajo del puente en un segundo. Si el río es muy estrecho, la corriente es pequeña. Del mismo modo, la "resistencia" de un conductor controla el flujo de electrones. Si la resistencia es muy alta, la corriente eléctrica es débil. Si la resistencia es baja (equivalente a un río ancho), la corriente es intensa.

LA INTENSIDAD VARÍA PROPORCIONALMENTE AL

Voltaje = 240 voltios
Intensidad = 4 amperios

Voltaje: intensidad = 60 ohmios





Un método sencillo de recordar las ecuaciones de la ley de Ohm: tapar la cantidad buscada y los dos símbolos restantes darán la fórmula requerida.

de ser simplemente un número, es por *definición* una medida de la *resistencia* del hilo; o sea, una medida de la resistencia que opone el hilo al paso de electrones a través de él. La resistencia se mide en unidades que reciben el nombre de *ohmios*.

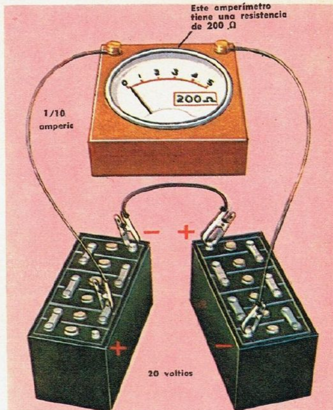
Por tanto, resistencia (en ohmios) $= \frac{\text{diferencia de potencial}}{\text{intensidad}} = \frac{\text{voltios}}{\text{amperios}}$

Las resistencias medidas en ohmios se suelen simbolizar por el signo R; la diferencia de potencial en voltios se simboliza, generalmente, por V y la intensidad en amperios por I.

Utilizando estos símbolos, la ley de Ohm puede escribirse en forma de ecuación simplificada: $R = \frac{V}{I}$. Reordenando la ecuación tendremos $V = I \times R$ o $I = \frac{V}{R}$.

La resistencia de la estufa eléctrica de la que hablábamos en la página anterior es, evidentemente, de 60 ohmios, ya que $R = \frac{V}{I} = \frac{240 \text{ voltios}}{4 \text{ amperios}}$. (En realidad, la resistencia es menor cuando la estufa está fría, ya que la resistencia de la mayoría de los metales aumenta con la temperatura. Por eso la ley de Ohm sólo es exacta cuando no varían las propiedades físicas.) Una resistencia de 60 ohmios presenta una oposición moderadamente alta al paso de la corriente eléctrica; si la estufa tiene una resistencia pequeña, digamos de 2 ohmios, presenta un camino mucho más cómodo y a su través pasa una intensidad mucho mayor. ¿Qué intensidad tiene la corriente que pasa por una estufa (con una resistencia de 2 ohmios) que se conecta a una red de 240 voltios?

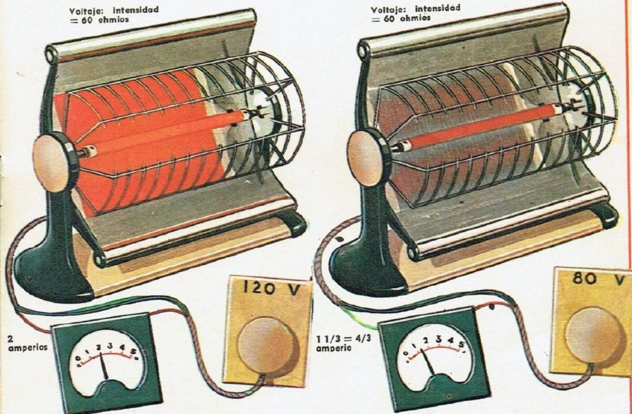
Como lo que buscamos es una intensidad, que se simboliza con una I, utilizaremos la ecuación que tenga la I en el miembro de la izquierda: $I = \frac{V}{R}$; $V = 240$ voltios; $R = 2$ ohmios; luego $I = \frac{240}{2} =$ 120 amperios. Ésta es una intensidad enorme (que fundiría los fusibles tan pronto como se encendiera la estufa). La mayor intensidad que puede soportar, normalmente, un fusible doméstico es de 15 amperios. ¿Cuál es la resistencia de una estufa eléctrica, que funciona justo a esta intensidad, con un voltaje de red de 240 voltios? Aquí lo que buscamos es la resistencia, simbolizada por una R, así que lo mejor será utilizar la ecuación que contenga la R en el miembro de la izquierda: $R = \frac{I}{V}$; $V = 240$ voltios; $I = 15$ amperios; luego $R = \frac{240}{15}$ $= 16$ ohmios.

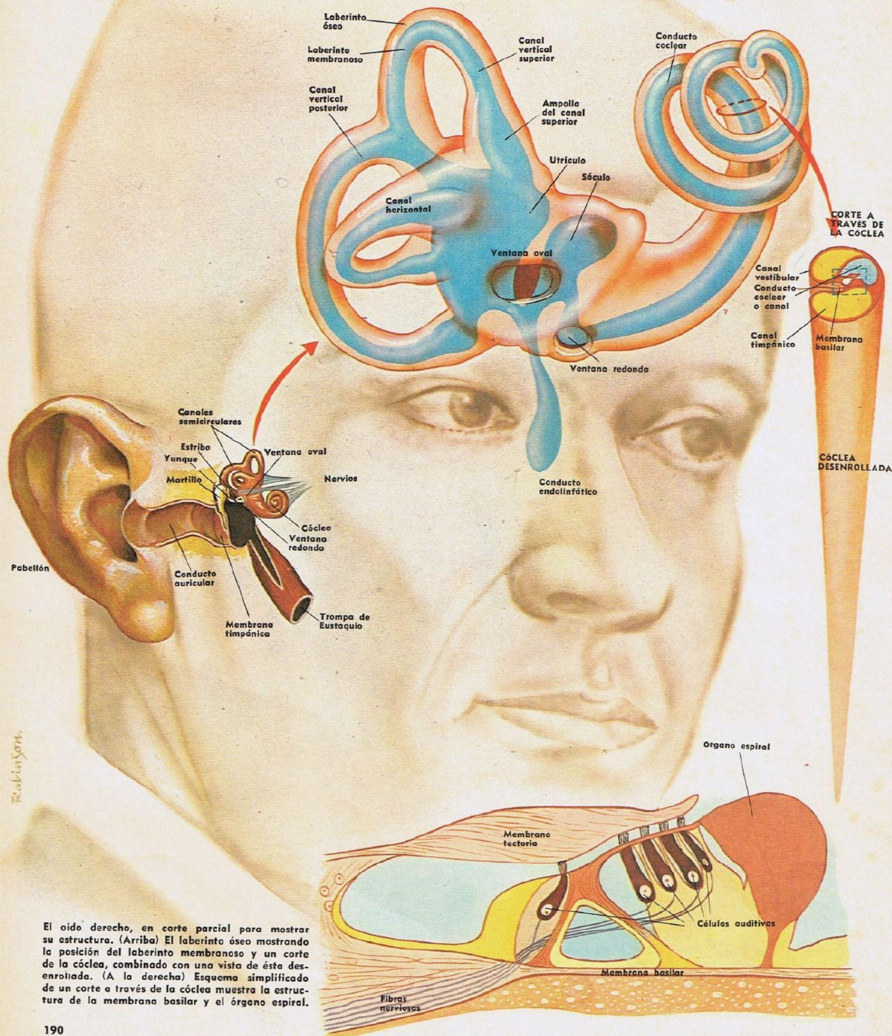


La resistencia total (R) del circuito es 200 ohmios, y la intensidad (I) que pasa, 1/10 amperio. Por lo tanto, el voltaje (V) entre los bornes del amperímetro es V = I × R = 1/10 amperio × 200 ohmios = 20 voltios. El símbolo para ohmios es Ω.

Además de permitir la medida de resistencias (a partir de la ecuación $R = \frac{V}{I}$) la ley de Ohm proporciona un método cómodo para medir voltajes. Un voltímetro sencillo (*tomo IV, pág. 3*) es, realmente, un medidor de intensidad, o amperímetro. Nos indica la intensidad (I) amperios que el voltaje (V) que se quiere conocer hace pasar por una resistencia conocida (R) ohmios.

La magnitud del voltaje se deduce de la ecuación $V = I \times R$. (No se necesita hacer el cálculo en la práctica, ya que esto se ha tenido en cuenta al calibrar el voltímetro.) Si un amperímetro, cuya resistencia total es de 200 ohmios, registra una corriente de 1/10 amperio, ¿cuál es el voltaje que impulsa a la corriente a través del amperímetro? O dicho en otras palabras, ¿cuál es la diferencia de potencial entre los bornes del amperímetro? De la ecuación $V = I \times R$ (esta ecuación es la preferible, ya que la V aparece en el lado izquierdo), se deduce el voltaje: 1/10 amp. × 200 ohm. = 20 vol.





El oído derecho, en corte parcial para mostrar su estructura. (Arriba) El laberinto óseo mostrando la posición del laberinto membranoso y un corte de la cóclea, combinado con una vista de ésta desenrollada. (A la derecha) Esquema simplificado de un corte a través de la cóclea muestra la estructura de la membrana basilar y el órgano espiral.

OÍDO Y EQUILIBRIO

El oído no es únicamente un órgano para oír: asociadas a las estructuras correspondientes a esa función se encuentran partes que controlan el sentido del equilibrio del cuerpo. Los receptores que nos permiten oír están estimulados por ondas sonoras que producen alteraciones del fluido en una parte del oído, y los que regulan el equilibrio están estimulados por la gravedad, o por el movimiento (que traslada el fluido a otro lugar). Por lo tanto, no es sorprendente que los órganos del equilibrio y del oído estén conectados.

Otros receptores juegan un papel importante en el sentido del equilibrio. Son, principalmente, los *receptores de la piel*, en las plantas de los pies, y terminaciones nerviosas especiales *(propiorreceptores)* en los músculos de las piernas, del cuello y en los ojos.

Las cámaras y canales del oído interno están llenos de un fluido. Cambios de presión en el fluido del arrollamiento de la cóclea —debidos a movimientos de la ventana oval— afectan la delicada sensibilidad de los cilios de las células auditivas de la membrana basilar. Las células auditivas están unidas a las fibras nerviosas y, cuando se mueven los cilios, un impulso pasa por las fibras del nervio auditivo hasta el cerebro. Éste traduce la señal en forma de sonido. En los canales semicirculares existen porciones de tejido especiales que contienen células ciliadas. Los movimientos de la cabeza provocan el movimiento del fluido en los canales semicirculares y, en consecuencia, se excitan las células ciliadas. La señal pasa de éstas, a través de fibras, hasta el sistema nervioso central, que está así informado de los cambios en la posición de la cabeza.

Si un diapasón en vibración se coloca frente al marco del piano donde están sujetas las cuerdas, una cuerda de éstas vibra. Según la teoría de Helmholtz, los movimientos de fluido originados por una onda sonora determinada provocan la vibración de una pequeña parte de la membrana basilar. Por lo tanto, sólo se excitan los cilios de esta región. La organización de las fibras en la membrana basilar procura cierto apoyo a esta teoría.

Un trabajo de Galambos y Davies ha demostrado que las distintas partes de la membrana basilar responden a diferentes frecuencias. Por ejemplo: cuando se anestesia una estrecha banda de células auditivas se produce sordera únicamente para una banda estrecha de frecuencias. Pero mientras Helmholtz sugirió que cada punto de la membrana basilar es sensible a una frecuencia de sonido determinada, Tasaki demostró que el primer arrollamiento del tubo coclear contiene receptores que son sensibles a sonidos de alta frecuencia (unos 8.000 ciclos/seg.); el segundo arrollamiento los contiene sensibles a frecuencias medias (unos 1.000 ciclos/seg.); y el tercero, sensibles a bajas frecuencias (unos 500 ciclos/seg.).

Un punto difícil de explicar es cómo las

EL TRAYECTO DE LAS ONDAS SONORAS

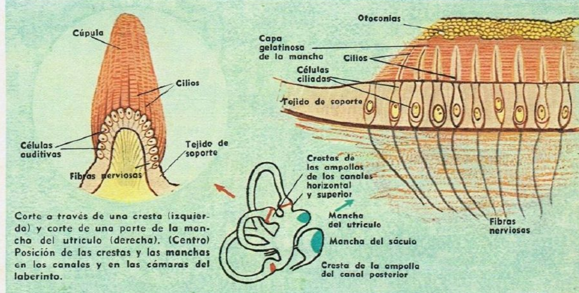
Las ondas sonoras son recogidas por el pabellón (ver la ilustración para la estructura del oído) y descienden por el conducto auricular hasta el "tímpano" del oído. Esta membrana "tensa" separa el oído externo del oído medio, una cavidad llena de aire que contiene la cadena de huesecillos del oído. Éstos son: el "martillo", el "yunque" y el "estribo". El martillo está unido al tímpano, cuyo papel consiste en vibrar por efecto de las ondas sonoras. El movimiento del tímpano es trasmitido, a través del oído medio, por la cadena de huesecillos hasta la "ventana oval", una membrana tendida a través de un hueco en el hueso que rodea el oído medio. Más allá de la ventana oval (a la que está unido el estribo) se encuentra el "oído interno". Éste consiste en una serie de espacios (laberinto óseo) en el interior de los huesos que rodean el oído interno. Dentro del laberinto óseo se encuentra el "laberinto membranoso", un sistema cerrado de bolsas y canales en comunicación. El laberinto membranoso está lleno de un líquido llamado "endolinfa". Lo rodea la "perilinfa", que llena el laberinto óseo. Se compone de dos bolsas: el "utrículo" y el "sáculo". Empezando en el sáculo se encuentra la parte del oído interno que nos permite oír: el "canal coclear" (o "conductor"), que es un tubo largo en forma de cuerno, enrollado dentro de la perilinfa de la cóclea. En comunicación con el utrículo se encuentran tres canales "semicirculares". Éstos, junto con el utrículo y el sáculo, son responsables del sentido del equilibrio.

El conductor coclear se encuentra a un lado de la cóclea, y unido a una pared separadora: la "lámina espiral". Ésta divide la cóclea en dos, el "canal vestibular" y el "canal timpánico", que se comunican entre sí por medio de una estrecha obertura: la extremidad de la cóclea.

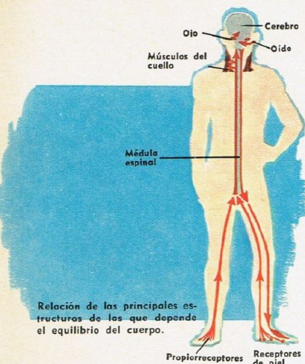
La ventana oval se pone en actividad por medio del movimiento de vaivén del estribo. Este movimiento perturba la perilinfa en el fondo del canal vestibular. En la base del canal timpánico se encuentra otra membrana: la "ventana redonda". Los cambios de presión en el fluido que llena el canal vestibular son trasmitidos al canal timpánico. Cada vez que la ventana oval se curva hacia dentro (es decir, que es empujada por el estribo) la ventana redonda se curva hacia fuera. Éste es, probablemente, un dispositivo de seguridad que proporciona una disminución de presión. Los cambios de presión en la cóclea afectan a los delicados cilios de la "membrana basilar", parte de la lámina espiral.

Las células auditivas están unidas a fibras nerviosas. El movimiento de los cilios provoca el paso de un impulso a través de las fibras nerviosas del nervio auditivo hasta el cerebro. Éste traduce la señal que recibe como un sonido. El oído no oye; sencillamente, recibe ondas sonoras que trasmite, bajo forma de señales, hasta el cerebro.

La membrana basilar es una banda de tejidos que alcanza casi toda la longitud de la cóclea (aproximadamente, unos tres centímetros). Colocadas a través de ella se encuentran unas fibras cuya longitud es cada vez mayor a medida que el orificio del conducto coclear se hace más pequeño. En la parte superior de estas fibras se encuentra el "órgano espiral" u "órgano de Corti". Éste contiene las células auditivas, cuyos cilios penetran en una masa gelatinosa —la "membrana tectoria"—, que se encuentra encima de ellos.



Corte a través de una cresta (izquierda) y corte de una parte de la mancha del utrículo (derecha). (Centro) Posición de las crestas y las manchas en los canales y en las cámaras del laberinto.



Relación de las principales estructuras de las que depende el equilibrio del cuerpo.

células nerviosas pueden conducir el ritmo de 20.000 señales por segundo (la mayoría de los nervios conducen por debajo de 500/segundo y el máximo es de 1.000/segundo). La escala dentro de la cual el hombre puede oír va desde sonidos de unos 20 ciclos/segundo hasta unos 20.000 ciclos/segundo. Naturalmente, un nervio tiene capacidad para las frecuencias más bajas.

El oído medio se encuentra en comunicación con la parte posterior de la garganta por medio de un estrecho tubo: la *trompa de Eustaquio*. Ésta se encuentra normalmente cerrada por un pequeño músculo, pero cuando tragamos, o tosemos, el tubo se abre para permitir el paso del aire desde la garganta hasta el oído medio. Este mecanismo permite que las presiones en los dos lados del tímpano permanezcan iguales.

El oído está protegido contra la acción de sonidos demasiados fuertes por efecto de dos músculos, uno de los cuales está unido a la membrana del tímpano y el otro al estribo. Cuando estos músculos se contraen, la membrana del tímpano y la ventana oval (a la que está unido el estribo) alcanzan su máxima tensión, de modo que la amplitud de *movimientos* queda reducida.

EQUILIBRIO

Las partes del laberinto (excepto la cóclea) están implicadas en el sentido del equilibrio. Tienen tres funciones: *funciones estáticas, funciones dinámicas* y mantenimiento del *tono* (ésta es la tensión de los músculos en reposo; los músculos en reposo no están flojos, tienen tono). Las funciones estáticas son las que deben mantener el centro de gravedad del cuerpo en reposo (por ejemplo, si se toma una rana con la mano y se la inclina hacia un lado, la cabeza se mueve de modo que los ojos permanecen en una dirección horizontal). Las funciones dinámicas son responsables del movimiento del cuerpo cuando sufre una aceleración en una línea recta, como cuando sube en un ascensor, o en una curva, como cuando da vueltas y vueltas.

Operando en conexión con el oído interno se encuentran los ojos, los receptores de la piel en las plantas de los pies, y los propiorreceptores en los músculos de los dedos de los pies.

Los tres *canales semicirculares* se encuentran colocados formando ángulos rectos. Se abren en un saco oblongo, el *utrículo*. A un extremo de cada canal hay un engrosamiento o *ampolla*, en el interior del cual se encuentra una cresta de células sensoriales unidas a células de soporte. Las células sensoriales tienen cilios que surgen de una masa gelatinosa, la *cúpula*. Las células nerviosas del nervio auditivo están entrelazadas con las bases de las células ciliadas. Cuando se da vuelta la cabeza, el fluido que se mueve en los canales presiona la cúpula, y las células ciliadas reciben un estímulo. Las señales pasan, a través de las partes inferiores del cerebro, hasta el ojo y a los músculos de la espalda y de los miembros, que actúan entonces para corregir los movimientos de la cabeza.

UTRÍCULO Y SÁCULO

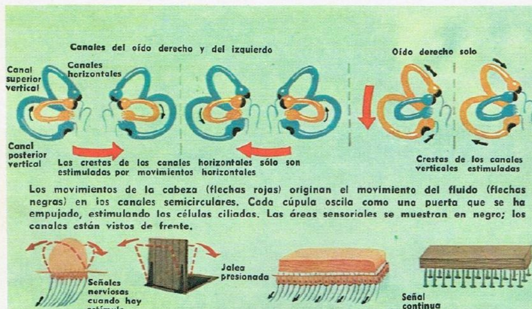
El utrículo y el sáculo están intercomunicados por medio de un estrecho tubo. En conexión con éste se encuentra un largo conducto ciego, el conducto *endolinfático*. Partes del tejido de revestimiento (epitelio) del utrículo y del sáculo contienen una porción de células ciliadas y de células de soporte (mancha auditiva), como las de las crestas del canal. Los cilios de las primeras se encuentran embebidos en una masa gelatinosa, aunque aplastada. La jalea contiene numerosos corpúsculos, que son cristales de carbonato de calcio mezclados con proteínas. Éstos reciben el nombre de *otolitos* u *otoconias*. Presionan a la jalea de modo que se ponga en firme contacto con las células ciliadas. Las manchas auditivas se encuentran en posición vertical, pero situadas formando ángulo recto entre sí, de modo que cada posición de la cabeza afecta a las células ciliadas de modo distinto. Las señales emitidas por las células sensoriales de las manchas son continuas y proporcionan información a la parte del cerebro que controla los músculos motores, para que éstos puedan mantener el tono del músculo. Las células sensoriales de las crestas, por otro lado, están estimuladas por el movimiento o por los cambios de presión del fluido en las cúpulas. Son las responsables de las funciones dinámicas.

Cuando se está de pie, la información alcanza al cerebro por un gran número de receptores: oídos, ojos, etcétera. Los receptores de presión de la piel de los pies proporcionan una información importante, a medida que el peso del cuerpo se traslada de un pie a otro o a diferentes partes de ambos pies. Los distintos receptores entran en juego y las señales pasan a lo largo de las fibras nerviosas hasta el sistema nervioso central.

Cuando se mueven los miembros, la tensión de los músculos varía. Esto estimula a los *propiorreceptores*, terminaciones nerviosas especializadas de los nervios sensoriales que se encuentran arrollados alrededor de las fibras de los músculos o tendones. Son sensibles a los cambios en la tensión, o en la longitud, de las fibras musculares. De ellos parten señales que pasan al sistema nervioso central (por medio de las fibras nerviosas motoras) y vuelven hacia las fibras musculares por las vías reflejas. Así, los movimientos compensatorios se hacen automáticamente, de manera que, normalmente, conservamos nuestro equilibrio. Cuando se alarga un músculo, por ejemplo, se estimulan los propiorreceptores. Pasan señales de éstos hasta el sistema nervioso central. Las señales de vuelta hacen que el músculo se contraiga.

Los propiorreceptores de los músculos del cuello y de la cabeza tienen también importancia al proporcionar al sistema nervioso central información sobre la posición del cuerpo, las posiciones relativas de sus partes y su colocación en el espacio. La acción de los músculos de la cabeza y del cuello, al mover la cabeza, alteran la posición de los ojos y de los oídos. Por consiguiente, la imagen que llega a los ojos varía, y los receptores del oído responsables del equilibrio se excitan.

El equilibrio del cuerpo se mantiene, pues, por medio de un complicado sistema de señalización, la mayor parte del cual es automático. Pero el cerebro está informado de los cambios que se producen, y puede decidir lo que deben hacer los miembros o cualquier otra parte del cuerpo.



Los movimientos de la cabeza (flechas rojas) originan el movimiento del fluido (flechas negras) en los canales semicirculares. Cada cúpula oscila como una puerta que se ha empujado, estimulando las células ciliadas. Las áreas sensoriales se muestran en negro; los canales están vistos de frente.

(Izquierda) La cúpula tiene un movimiento de vaivén, como una tabla colocada sobre goznes cuando la empuja el fluido. (Derecha) La señal, desde las manchas, pasa de un modo continuo a lo largo de las fibras nerviosas, porque la jalea, presionada continuamente, empuja las células ciliadas.

CÓMO SE COMBATEN LOS INCENDIOS

Como tantas de las labores llevadas a cabo por diversas entidades, el trabajo de los bomberos tiende a pasar inadvertido y se olvida hasta que una verdadera necesidad los reclama. Sin embargo, nadie, al ver los bomberos en acción, puede dejar de admirar su destreza, su entrenamiento y, sobre todo, su probado valor. El objeto de este artículo no consistirá en profundizar en el aspecto dramático, muchas veces heroico del trabajo de los bomberos, sino en describir las técnicas que emplean para apagar el fuego en los edificios incendiados y para evitar la aparición y la propagación del fuego.

DETECCIÓN DEL FUEGO Y ALARMA

Para extinguir un incendio sin daños innecesarios debe detectarse y combatirse en una fase temprana, pues la dilación de unos minutos puede ser peligrosa. Se necesita una gran cantidad de trabajo preparatorio para hacer esto posible. El peligro se encuentra, principalmente, en fábricas y almacenes, y los propietarios son alentados, e incluso en algunos casos obligados por la ley, a instalar equipos para la detección de incendios.

Algunos sistemas incorporan *termostatos,* elementos que hacen tocar un timbre cuando en un edificio la temperatura aumenta muy rápidamente, o alcanza valores muy altos. Un tipo sencillo de termostato utiliza el diferente coeficiente de dilatación, con la temperatura, de dos láminas de distintos metales. En



Montaje de una escalera grande de salvamento. Los bomberos están utilizando máscaras de aire comprimido.

almacenes, grandes trasatlánticos, etc., se instalan a veces combinaciones de termostato y extintor. El más sencillo, proyecta un chorro de agua cuando la temperatura se eleva de modo anormal. Aparte de la instalación de tales elementos, que operan dando información en presencia del fuego, hay un sistema de alarma que puede ser accionado a mano (una sirena o una campana), de modo que cualquier persona que advierta el fuego pueda dar la alarma. A veces hay una línea directa desde la fábrica hasta el parque de bomberos más próximo, para que éstos puedan ser avisados inmediatamente.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Los bomberos necesitan saber, aproximadamente, los peligros a los que tendrán que hacer frente en un edificio determinado, de qué elementos pueden disponer, qué clase de material es capaz de dominar el fuego, etc. Esta información incumbe a la clase y a la cantidad de material que se necesita llevar. Además de esto, las condiciones reales y la situación de una fábrica deben ser señaladas de antemano, y los edificios o áreas son clasificados a este respecto.

En las grandes ciudades, generalmente, son determinadas como zonas de *alto peligro* aquellas donde existe una seria posibilidad de que se produzcan incendios importantes, como, por ejemplo, muelles, centros industriales, destilerías de petróleo, grandes almacenes, etc.

Las reglas indican, por tanto, que cuando los bomberos son llamados desde esas zonas deben llevar tantas bombas como hagan falta al dirigirse hacia ese sector, en el menor tiempo posible.

Siguiendo a estas zonas, por lo que se refiere al peligro, se encuentra la zona clase A. La primera y la segunda bombas deben alcanzar el lugar del incendio a los cinco minutos de haber sido llamadas; la tercera bomba debe llegar a los ocho minutos. Al otro extremo de la escala, un edificio en la zona clase D (donde el peligro de incendio no es tan grande) necesita una sola bomba, que llegue en menos de veinte minutos.

EL FACTOR TIEMPO

Como hemos visto, el tiempo es un elemento fundamental en la lucha contra el fuego. Por ello, los coches de bomberos, además de tener un color llamativo, rojo, están dotados de una campana, o de una sirena, de modo que los automóviles que están circulando se aparten a un lado y dejen la vía libre. Incluso en los semáforos, el coche de bomberos tiene siempre la preferencia. Ocurre a veces, sin embargo, que en calles estrechas (por ejemplo, en la parte antigua de una ciudad) la circulación se encuentra bloqueada, y así los bomberos pierden preciosos minutos, durante los cuales el incendio adquiere mayores proporciones. La presencia de curiosos entorpece también la labor de los bomberos, por lo que es aconsejable que, al declararse un incendio, la fuerza pública despeje el lugar afectado.



Espuma dirigida contra las paredes contiguas y no contra el líquido que arde. El extintor se invierte para utilizarse.



Tetracloruro de carbono no inflamable utilizado para sofocar un incendio de petróleo. Colocando el dedo sobre el gatillo, se proyecta el chorro.

CLASES DE INCENDIOS

El tipo de incendio determina los métodos que se deben emplear para apagarlo. Las autoridades clasifican los incendios en tres grupos principales: incendios de la clase A, en que se encuentran comprendidos materiales combustibles ordinarios; incendios de la clase B, en los que intervienen petróleo o grasas; e incendios de la clase C, en los que se hallan material eléctrico en funcionamiento.

Métodos útiles para combatir una clase de incendios pueden no ser utilizables en otros casos. El agua, por ejemplo, puede ser útil para incendios de la clase A; pero, en cambio, no se puede utilizar de modo inicial en los de la clase C, ya que el agua es conductora de la electricidad, y las posibilidades de una descarga eléctrica serían demasiado grandes. Incendios de la clase B, en los que se encuentran petróleo o grasa, se tratan generalmente con espuma, o alguna sustancia que proteja del aire. El agua (a menos que esté atomizada) es menos recomendable en este caso, por el peligro de que el petróleo incendiado salpique y se extienda sobre un área mayor. Algunos productos químicos (como, por ejemplo, sodio o potasio) reaccionan enérgicamente con el agua, que no es buen medio para apagar esa clase de incendios.

INCENDIOS DE POZOS PETROLÍFEROS

Además de los tres tipos citados, existen unos incendios de mayor envergadura, como los incendios de pozos de petróleo. Éstos, por sus características particulares, no pueden combatirse por los métodos corrientes. Existen unos equipos de bomberos especializados en este género de trabajo; su primera labor consiste en acercarse lo suficiente al foco del incendio, lo cual no se consigue con facilidad (en un pozo del Sahara el calor desarrollado era tal que la arena se había vitrificado en una gran extensión); luego utilizan un explosivo, que puede ser dinamita o trinitroglicerina, para que la onda explosiva producida apague la llama, como se apaga la de una vela al soplar sobre ella. Este procedimiento presenta, sin embargo, tales dificultades que, si la reserva de petróleo no es muy grande, es preferible dejar que el incendio se extinga solo al agotarse el combustible.

CÓMO SE APAGAN LOS INCENDIOS

El fuego es el resultado de una reacción química en la que entran en juego oxígeno y un combustible. Se libera calor y éste es también necesario para iniciar la reacción y para mantenerla. Existen, por lo tanto, tres métodos para apagar el fuego: eliminar el oxígeno, eliminar el combustible y enfriar. El último es, con mucho, el más importante. El agua vertida sobre el fuego absorbe enormes cantidades de calor, al ser trasformada en vapor. Si la absorción del calor es más rápida que su producción, la temperatura desciende y el incendio se extingue rápidamente.

Como somera indicación podemos decir



Vapor de bióxido de carbono, dirigido a través de un cono al centro del fuego. Es muy usado en extintores para incendios pequeños.

Sofocando grasa ardiendo con una cobertura de asbesto. La cobertura se coloca de esta forma para proteger al bombero contra el calor.

que se necesita seis veces más calor (latente) para trasformar el agua hirviendo en vapor que para llevar el agua de la temperatura de congelación a la de ebullición.

Los otros dos métodos mencionados, eliminar el combustible y eliminar el oxígeno, se utilizan en algunos casos especiales. Frecuentemente será posible retirar parte del contenido de una tienda o almacén. En un caso extremo, puede ser necesario derribar parte de los edificios circundantes, para producir un *cortafuegos*, área a través de la cual las llamas de un edificio que arde no pueden pasar. Este método tiene, sobre todo, importancia en el caso de incendios de bosques.

En las regiones con grandes extensiones de árboles, en particular resinosos, se dejan unos espacios totalmente desprovistos de vegetación (a veces recubiertos de cemento), de modo que si se incendia un extremo del bosque el fuego no se propague en toda su extensión.

Una vez que se ha declarado el incendio, y si no hay otro medio para atajarlo, interesa establecer un *contrafuego*, es decir, encender un incendio que avance en dirección contraria al primero; cuando se reúnen los dos incendios no tienen ya nada que quemar y, en consecuencia, se apagan. Este método es siempre muy peligroso y sólo puede ser practicado por profesionales.

El oxígeno es imprescindible para la combustión. El aire contiene un 21 % en volumen de oxígeno. Solamente con reducir este porcentaje a un 15 % se logra extinguir la mayoría de los incendios. Esto se lleva a cabo recubriendo el material en combustión con una capa de burbujas de espuma, o utilizando arena, o varios gases no combustibles.

Una vez que se ha consumido en la combustión el oxígeno que se encuentra en el aire, por debajo de la "capa" ya no puede pasar más para sustituirlo.

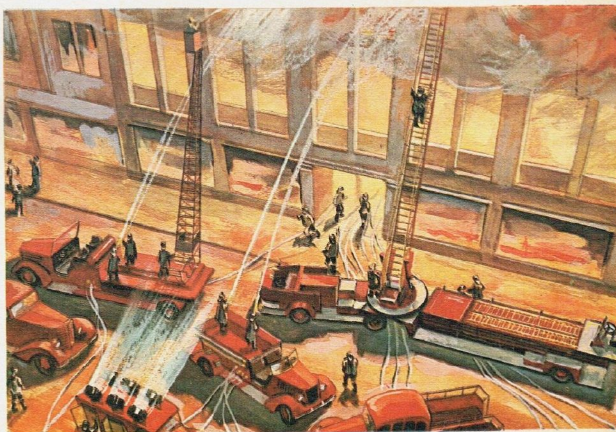
Los productos químicos que más se emplean son el bióxido de carbono, el tetracloruro de carbono y el clorobromoetano. Un polvo seco especialmente preparado para este fin se usa ampliamente en los modernos extintores.

En los laboratorios, fábricas y, en general, lugares donde haya peligro de incendio, suelen tener una manta en una caja precintada. Si el fuego prende en las ropas de una persona, hay que envolverla rápidamente con la manta para evitar la llegada del aire. A condición de actuar con celeridad suficiente, se pueden evitar quemaduras de consideración.

En cualquier caso, es importante evitar, en la medida de lo posible, el paso de corrientes de aire a través del fuego. Puertas y ventanas abiertas, grandes espacios ininterrumpidos entre los edificios, todo ello aumenta las probabilidades de tales corrientes de aire, y, aunque *en el momento* poco pueden hacer los bomberos sobre el particular, un planeamiento previo permite disminuir el peligro. Así, por ejemplo, en las salas de teatro, la ley prescribe la existencia de una cortina metálica que puede bajarse como un telón para separar el escenario de la sala. De este modo, en caso de incendio, no se producirá tiro entre las puertas principales y las aberturas de la parte posterior del teatro.

UTILIZACIÓN DEL MATERIAL CONTRA INCENDIOS

El material contra incendios puede dividirse en dos grupos principales: el



Una dotación de bomberos en acción, en un gran incendio. Las escaleras se elevan por presión hidráulica, y una plataforma giratoria permite orientarla en cualquier dirección. Se está utilizando una torre de agua para apagar las llamas en los pisos superiores, mientras que los bomberos actúan en la dirección del centro del incendio.

que se utiliza de hecho para combatir y apagar el fuego y aquel que ayuda a los bomberos a llegar a éste y a llevar a cabo las operaciones de salvamento y recuperación. En el primer grupo se encuentran las bocas de riego, las mangas, pulverizadores, bombas, extintores químicos de varias clases y equipos para producir espuma. El segundo grupo incluye escaleras, ropa incombustible, proyectores, instrumentos cortantes, máscaras, cuerdas, etc.

Naturalmente, no se puede hablar de todo este equipo en detalle, y aquí sólo describiremos el primer grupo, dando algunas ideas breves sobre el segundo.

El agua, como ya se ha indicado, es la sustancia más importante de las que se utilizan para combatir el fuego. Puede trasportarse con los demás elementos de lucha contra el fuego, o bien obtenerse a partir de depósitos fijos, ríos u otros orígenes; pero la *boca de riego* instalada en una conducción general es quizá la más utilizada.

Generalmente, su posición está indicada por una pequeña placa de color que tiene grabada la palabra "agua" y el número del diámetro de conducción. Debajo de éste se encuentra otro número que indica a qué distancia se encuentra la boca de riego. Algunas bocas de riego están situadas dentro de los edificios. Las que se hallan en el exterior son más útiles, ya que son más accesibles en caso de incendio.

Para obtener la presión necesaria para los chorros de agua es indispensable el empleo de bombas, ya que gran parte de la presión se pierde por rozamiento en las tuberías. Las bombas que se utilizan son casi siempre del tipo centrífugo y pueden encontrarse situadas en una posición fija, en el coche de bomberos, o bien trasportarse aparte como bomba portátil, en un remolque.

Donde el fuego ha adquirido magnitud es necesario utilizar un chorro continuo de agua, pero hay ciertos casos en que es preferible utilizar el agua pulverizada. En algunos incendios donde se encuentran líquidos inflamables, es útil una fina rociada, que puede atravesar las llamas y alcanzar la superficie del líquido. Un punto de interés, por lo que se refiere al agua, es que ella misma causa daños, y una de las primeras cosas que tiene que decidir un bombero al llegar al incendio es la cantidad de agua que va a utilizar. Demasiada agua causará daños innecesarios; poca agua no podrá sofocar el incendio.

La espuma es, a menudo, de utilidad en el caso de incendios de productos químicos, y puede ser preparada sobre el terreno por dos métodos. La *espuma mecánica* necesita agua, un agente espumante (por ejemplo, jabón) y aire. El agente espumante se añade al agua y la mezcla se *extiende*. El material necesario para producir esta clase de espuma puede unirse al extremo de la manga de agua.

El otro tipo de espuma se consigue por *métodos químicos* y ésta es la base de muchos extintores portátiles. La espuma se produce por una reacción química entre la solución de una sal ácida (p. ej., sulfato de aluminio) y la solución de una sal básica (p. ej., bicarbonato sódico), unidas a un "estabilizador", como saponina o regaliz. El estabilizador, aunque no toma parte en la reacción, actúa reforzando las burbujas. La finalidad de ambos tipos de espuma es de actuar como cobertura flotante sobre el material que arde.

TIPOS DE VEHÍCULOS

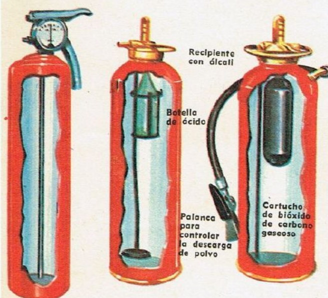
Los vehículos que trasportan los aparatos apaga-incendios son de varios tipos. Las bombas automóviles tienen una bomba, generalmente de tipo centrífugo, que puede proporcionar de 2.000 a 4.000 litros por minuto. Suele haber una bomba más pequeña, que toma el agua de un tanque (en el vehículo), que contiene de 200 a 400 litros y que alimenta una manga pequeña. Ésta puede entrar en acción inmediatamente, mientras se disponen las mangas mayores. Una variante de la bomba automóvil es la *bomba de salvamento*, similar a la anterior, salvo que tiene una escalera de salvamento que puede girar cuando se encuentra desplegada. Estas escaleras tienen de 1[illegible] a 16 metros de altura cuando están totalmente extendidas.

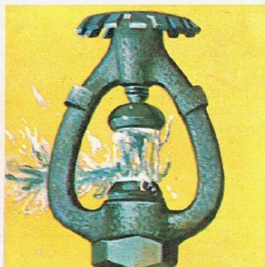
Las *escaleras giratorias* se utilizan como "torres de agua" (que permiten echar agua desde arriba sobre el fuego) o en operaciones de salvamento, y pueden elevarse mecánicamente hasta alturas de 30 metros y a veces superiores.

Los *tanques de agua* se encuentran montados sobre vehículos con una bomba que se remolca, o bien se encuentra en el mismo vehículo. Otros vehículos más especializados son los tanques de emergencia, los tanques de espuma, los que llevan las mangas y los coches de control y de comunicación.

SALVAMENTO DE PERSONAS

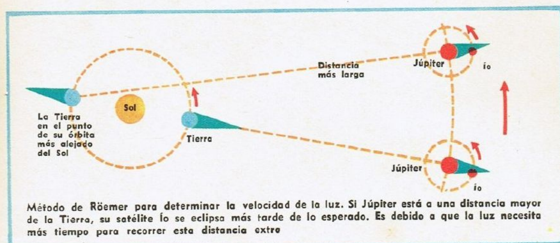
Frecuentemente los bomberos deben penetrar en el interior de los edificios incendiados para rescatar a las personas allí aisladas o para combatir mejor el incendio. Para ello deben usar una ropa especial que no sea inflamable; actualmente se utiliza el asbesto y fibras sintéticas incombustibles. El peligro no sólo proviene del fuego, sino de los gases tóxicos formados en la combustión; por ello son también necesarias las máscaras; el modelo más corriente contiene un cartucho de carbón activo, que actúa como absorbente de los gases nocivos, permitiendo la respiración. Si el local está tan invadido por el humo y los gases tóxicos que no hay oxígeno suficiente, es indispensable el empleo de botellas de aire comprimido. Si es de todo punto imposible penetrar en el edificio, se disponen unas lonas, que sujetan un cierto número de bomberos, a las que pueden arrojarse las personas que fueron sorprendidas por el siniestro. Este método, sin embargo, no se utiliza con frecuencia por ser peligroso.





Extintores portátiles. El de la izquierda utiliza tetracloruro de carbono, para sofocar pequeños incendios; el del centro es de tipo ácido-base, para incendios domésticos; el de la derecha contiene polvo seco, para incendios de petróleo o de material eléctrico.

LA VELOCIDAD DE LA LUZ



Método de Röemer para determinar la velocidad de la luz. Si Júpiter está a una distancia mayor de la Tierra, su satélite Io se eclipsa más tarde de lo esperado. Es debido a que la luz necesita más tiempo para recorrer esta distancia extra

La luz se propaga a una velocidad tan fantástica que el ojo es incapaz de detectar su movimiento. En un segundo recorre, aproximadamente, 300.000 Km. La luz reflejada por la Luna tarda solamente 1' 3" en alcanzar la Tierra.

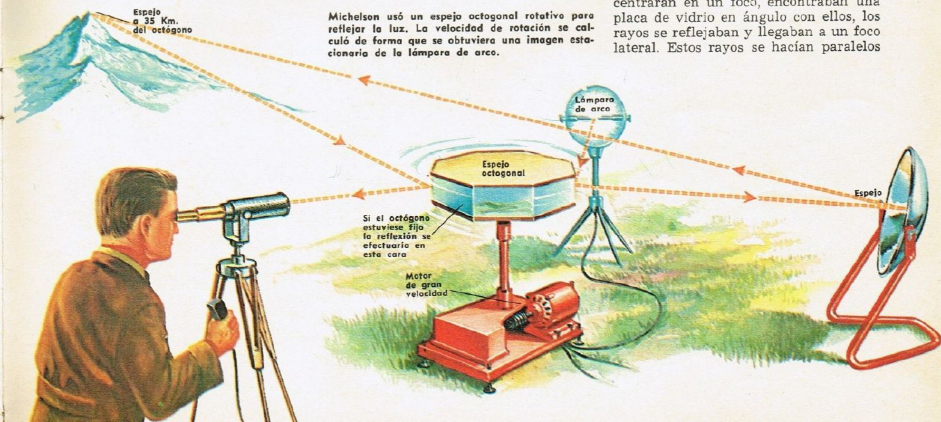
A la vista de esta velocidad, no tiene nada de extraño que los primeros intentos para determinarla fracasaran. Estos primeros ensayos fueron realizados por Galileo, que quiso determinar el tiempo necesario para que la luz fuera de una persona a otra, estando ambas separadas varios kilómetros. Los errores en la medida del tiempo fueron mayores que el tiempo que intentó medir.

El primer valor aceptable de la velocidad de la luz fue calculado por el astrónomo danés Olaus Röemer, en 1676. Se fijó en que Io, un satélite de Júpiter, no era visible desde la Tierra en algunos intervalos de tiempo. Los eclipses se producían cuando Io estaba detrás de Júpiter y éste interceptaba la luz. Röemer calculó los tiempos en que debían ocurrir los eclipses cuando la Tierra estaba en la posición más cercana a Júpiter, y encontró un retraso en la producción de los eclipses cuando la Tierra estaba en la parte de su órbita más alejada del Sol. Supuso entonces que el retraso se debía a que la luz tenía que recorrer una distancia extra. Calculando esta distancia, fue capaz de descubrir la velocidad de la luz.

Los resultados de Röemer no se comprobaron hasta 200 años después por los franceses Fizeau y Foucault. Fizeau y Foucault, en 1849 y 1862, respectivamente, tuvieron éxito en la determinación de la velocidad de la luz usando caminos cortos. Nadie más después de Röemer ha vuelto a usar la astronomía con este fin.

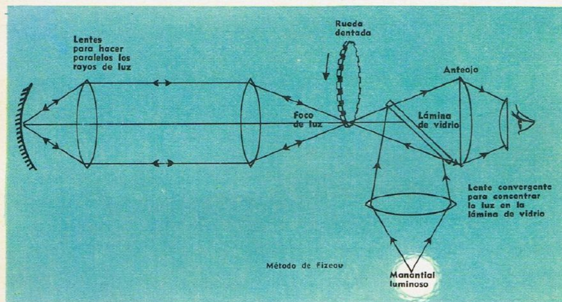
MÉTODO DE FIZEAU

Fizeau usó una rueda dentada para medir el tiempo empleado por la luz para recorrer 20 kilómetros. Una lente convergente concentraba los rayos de luz procedentes de una potente fuente luminosa. Antes de que los rayos se concentraran en un foco, encontraban una placa de vidrio en ángulo con ellos, los rayos se reflejaban y llegaban a un foco lateral. Estos rayos se hacían paralelos

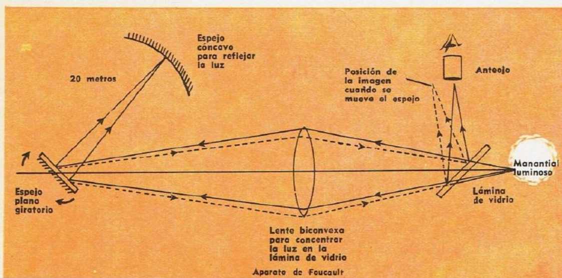


Michelson usó un espejo octogonal rotativo para reflejar la luz. La velocidad de rotación se calculó de forma que se obtuviera una imagen estacionaria de la lámpara de arco.

mediante unas lentes colocadas de manera que el foco de la luz, formado por los rayos reflejados en la placa, coincidía con el foco principal de la lente. En esta forma (paralelos) los rayos recorrían aproximadamente una distancia de 10 kilómetros antes de encontrar una nueva lente convergente que los conducía al foco de un espejo cóncavo, colocado de modo que los rayos se reflejaban y volvían por el mismo camino, llegando al foco de la primera lente, situado inmediatamente antes de la lámina de vidrio. Los rayos atravesaban esta lámina y la imagen que formaban (en el foco de la primera lente) se observaba a través de un anteojo.



Método de Fizeau



Aparato de Foucault

Fizeau usó una rueda dentada, que tenía colocados a espacios iguales, en su contorno, 720 dientes. Los espacios entre los dientes eran del mismo tamaño del diente y la rueda se colocó de manera que un diente podía interceptar el rayo primitivo y el de retorno, en el foco de la luz. Se ponía la rueda en marcha, primero despacio, luego más de prisa, y así hasta que no se observaba imagen en el anteojo. El rayo primitivo pasaba por un hueco entre los dientes, recorría 10 kilómetros hasta el espejo y luego otros 10 kilómetros para regresar. En este tiempo, el diente inmediato se había trasladado interceptando la imagen. Conociendo las distancias, y la velocidad del giro de la rueda, fue fácil calcular la velocidad de la luz.

MÉTODO DE FOUCAULT

El aparato de Foucault era mucho más sencillo que el de Fizeau y la luz recorría una distancia más pequeña. Esto tiene la ventaja de poder medir la velocidad de la luz a través de distintos medios, llenando el espacio con dichos medios. También se puede hacer el vacío y determinar la velocidad de la luz en el vacío. La luz se propaga ligeramente más despacio en el aire que en el vacío; en el agua sólo tiene ¾ de su velocidad en el aire; a través del cristal, la velocidad es menor, dependiendo del tipo de cristal.

Veamos el método de Foucault. La luz producida en un manantial luminoso pasaba a través de una lámina de vidrio y, después, a través de una lente convergente que la concentraba en la superficie de un espejo plano. Otro espejo, cóncavo, se disponía de forma que la luz que reflejaba el plano llegaba a un foco y se reflejaba siguiendo el mismo camino que a la ida. Cuando la luz llegaba de nuevo al espejo plano se reflejaba, y esta luz reflejada convergía formando una imagen de la fuente luminosa, que se observaba a través de un anteojo.

Si el espejo plano giraba, la luz que reflejaba al volver a él lo encontraba en otra posición y, por tanto, la imagen en el anteojo estaba ligeramente corrida. La velocidad de la luz podía calcularse a partir de la velocidad de rotación, la magnitud del movimiento y la distancia entre los espejos.

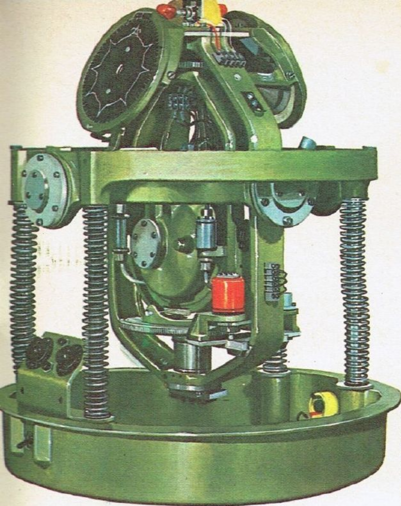
Existen modificaciones del método original, que permiten obtener resultados más precisos.

La causa de error mayor en este método era la medida del pequeño movimiento de la imagen. Hubiera sido más conveniente hacer girar el espejo tan rápido que estuviera otra vez en la misma posición al recibir la luz reflejada. Esto habría dado una imagen en la misma posición y sólo habrían sido necesarias en el cálculo las distancias entre los espejos y la velocidad de rotación.

Michelson resolvió este problema, sustituyendo el espejo plano por uno octogonal. Distintas caras del octógono reflejaban la luz en su camino de ida y en el de vuelta. Así, la luz sólo era visible para el observador cuando el octógono tenía una determinada posición. Esto ocurría si el octógono estaba quieto o si giraba a una velocidad tal que una cara sustituía exactamente a otra, mientras la luz recorría un determinado camino hasta un reflector lejano, y viceversa. La velocidad de rotación se calculaba con bastante exactitud, y luego se usaba en el cálculo de la velocidad de la luz.

A pesar de su velocidad, la luz necesita bastante tiempo para viajar por la inmensidad del espacio. En efecto, a la Tierra está llegando la luz de cuerpos celestes que han desaparecido hace mucho tiempo. Las distancias en el espacio son tan enormes que expresarlas en kilómetros sería ridículo. En vez de esto, se usan *años-luz*. Un año-luz es la distancia que recorre la luz, en el vacío, en *un* año. Si recorre 300.000 Km./seg., en un año recorrería esta distancia multiplicada por el número de segundos que tiene un año.

No se conoce nada que tenga una velocidad superior a la de la luz. Aunque se trata de encontrar aparatos rápidos, es muy improbable que lleguen a acercarse a la velocidad de la luz. Cuanto más rápidos, más pesados se hacen y esto les impide aumentar su velocidad.



Un moderno compás giroscópico al que está incorporado un tubo de mercurio para asegurar que indica el Norte verdadero. Se aplican correcciones para los cambios de velocidad y de latitud.

GIROSCOPIOS

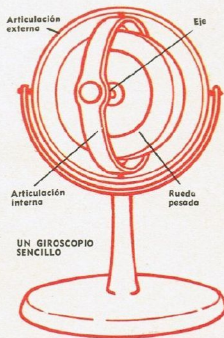
Cualquier ciclista sabe que es más fácil conservar el equilibrio en una bicicleta que marcha a gran velocidad que en otra que lo hace lentamente. Un trompo se mantiene vertical cuando su velocidad de rotación es grande, pero se inclina cuando disminuye la velocidad. En estos dos ejemplos, objetos que son inestables (es decir, que caen con facilidad) cuando están en reposo, pueden mantenerse erguidos si tienen una velocidad suficiente.

La propiedad que tiene una rueda de seguir girando en un plano del espacio, una vez que se ha puesto en movimiento, se utiliza en el compás giroscópico y en varios otros instrumentos de navegación, tanto en el aire como en el mar. Esta conducta la presentan, sobre todo, las ruedas que tienen la mayor parte de su peso cerca del borde. Toda esta clase de ruedas pesadas recibe el nombre de *giroscopios.*

Un giroscopio sigue girando en un mismo plano, a condición de que no se le apliquen fuerzas que puedan cambiar su sentido de rotación. En un compás giroscópico la rueda está montada de tal modo que cualquier cambio en la posición de su soporte no se trasmita a la rueda misma. Para ello se utilizan armazones con pivotes llamados *articulaciones de cardan.*

Sin embargo, si se le aplica una fuerza giratoria, la rueda se comporta de un modo curioso. Este efecto se puede demostrar con una rueda de bicicleta que se ha separado del cuadro. Los dos extremos del eje se toman con las dos manos y la rueda se pone a girar en el plano vertical (el eje está horizontal). Cualquier intento de que el eje siga girando en el plano horizontal se hace difícil, pero esto no sucede si se pone la rueda en un plano vertical (en ángulo recto) al plano donde giraba originalmente. Este efecto, que se conoce con el nombre de *precesión,* se siente en las manos. Si la rueda gira de prisa es muy difícil seguir sosteniendo el eje.

Hubo un tiempo en que la propiedad de una rueda pesada (que gira libremente sobre un pivote) de seguir girando en el mismo plano del espacio se consideró únicamente como una curiosidad, y se incorporó a varios juguetes "científicos". Pero más tarde se pensó

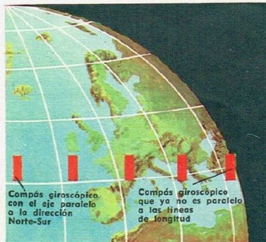


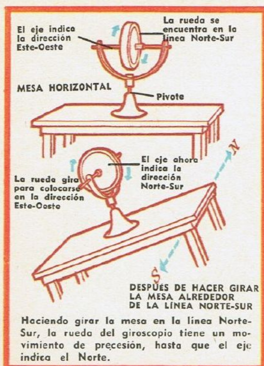
UN GIROSCOPIO SENCILLO

Si no está corregido el compás giroscópico, se desvía hacia el Este en el hemisferio norte. Una vez que está girando en un plano, la rueda permanece paralela a ese plano.



Como resultante del intento de hacer girar su eje en el plano horizontal, la rueda sufre un "movimiento de precesión", hasta que gira en el plano horizontal.





Haciendo girar la mesa en la línea Norte-Sur, la rueda del giroscopio tiene un movimiento de precesión, hasta que el eje indica el Norte.

en la posibilidad de utilizar el giroscopio como un indicador de dirección.

Un compás giroscópico no está influido por campos magnéticos (una vez que se ha instalado, su eje indica el Norte verdadero, no el norte magnético). Esta es su gran ventaja sobre las brújulas magnéticas para los barcos que navegan. Con brújulas magnéticas hay que aplicar correcciones, teniendo en cuenta los campos magnéticos locales que se forman en el acero del barco.

El comportamiento de la rueda de un compás giroscópico se demuestra mejor sometiendo el giroscopio a varias fuerzas giratorias semejantes a las que experimenta el barco en el mar. Como se ve en las ilustraciones, la rueda de un giroscopio gira libremente en una articulación de cardan, que se encuentra a su vez montada en otra articulación del mismo tipo. De este modo, el giroscopio quede girar en cualquier plano del espacio. Para que la rueda siga dando vueltas el mayor tiempo posible, los soportes sobre los que giran los ejes están cuidadosamente diseñados para reducir los rozamientos tanto cuanto sea posible.

Si el giroscopio se coloca sobre una mesa, y se hace girar de modo que el eje de la rueda tenga la dirección Este-Oeste (es decir, que la rueda esté en el plano Norte-Sur), cualquier intento de inclinar la mesa alrededor de la dirección Norte-Sur encuentra una resistencia. Cuanto más de prisa gire la rueda, y cuanto mayor sea su masa, tanto más difícil será inclinar la mesa. Si, a pesar de todo, se consigue inclinarla, el giroscopio sufrirá un movimiento de precesión alrededor de su eje vertical, hasta que el eje de la rueda se coloque paralelo a la línea Norte-Sur, alrededor de la cual se ha inclinado la mesa. Por lo tanto, el *eje* del giroscopio puede tener un movimiento de *precesión* hasta colocarse *paralelo* a la línea alrededor de la cual ha girado el giroscopio. Las ligeras vibraciones y los movimientos que recibe la base del giroscopio no se trasmiten a la rueda.

Incluso si un giroscopio se coloca encima de una mesa aparentemente firme, y se hace girar con el eje en la dirección Este-Oeste, el giroscopio sufre un movimiento de precesión muy lento, hasta que el eje se sitúa en la dirección Norte-Sur. El cambio puede tardar varias horas en verificarse; por lo tanto, para seguir el movimiento es necesario observar a través de un microscopio una marca hecha en una de las articulaciones. Este movimiento se produce a causa de la rotación de la Tierra alrededor de su eje (la línea que va del Norte verdadero al Sur verdadero) y es el fundamento del compás giroscópico.

Como las fuerzas de rozamiento no se pueden eliminar, hay que proporcionar energía para mantener la rueda en movimento; si no, la rueda acaba por pararse. Esta energía la puede proporcionar un chorro de aire que incide sobre el borde de la rueda, o bien se puede hacer que la rueda sea el rotor de un motor eléctrico.

Para utilizar el giroscopio como un indicador de dirección son todavía necesarios varios refinamientos. En particular, se observa que, una vez que se ha colocado el giroscopio de modo que gire con el eje indicando la dirección Norte, en dicho hemisferio tiende a girar hacia el Este. Esto se debe a que el eje es propenso a permanecer paralelo a la línea original alrededor de la cual giraba la rueda, mientras que los llamados *paralelos de longitud* convergen en los polos. A medida que un extremo del eje tiende a girar hacia el Este, trata también de enderezarse. Para contrarrestar esta tendencia, el giroscopio se equipa con recipientes de mercurio en cada extremo del eje. Un tubo estrecho mantiene los recipientes en conexión, de modo que cuando una de las extremidades (Este) del eje se endereza, el mercurio pasa de un recipiente a otro. El efecto desequilibrador del paso del mercurio hace que el giroscopio sufra un *movimiento de precesión*, hasta que su eje indica otra vez la dirección Norte.

El principio del giroscopio se ha aplicado a la construcción de varios auxiliares de navegación, y es particularmente valioso para mantener la trayectoria de los torpedos. Al recorrer el rayado del cañón de un fusil, o de un rifle, los proyectiles adquieren un movimiento de rotación que reduce las desviaciones de la trayectoria calculada. En los grandes trasatlánticos el mecanismo estabilizador está controlado por un pequeño giroscopio que detecta el movimiento de balanceo.


Es mucho más sencillo conservar el equilibrio en una bicicleta que va de prisa que en otra que se traslada más lentamente.



INDICADOR GIROSCÓPICO DE DIRECCIÓN PARA AVIACIÓN

Como se muestra en el esquema, este instrumento es un giroscopio especialmente modificado, y está proyectado de modo que el eje de la rueda permanezca siempre horizontal. Ya que hay un mínimo rozamiento en el montaje de las articulaciones, una vez que el giroscopio ha empezado a girar seguirá dando vueltas en el mismo plano del espacio, independiente de los movimientos de la base.

Cualquier cambio en la dirección de vuelo del aeroplano quedará indicado por un movimiento de la articulación más externa (vertical) que dispone de una escala (dividida en grados de arco). Esta escala se traslada con relación al índice que está unido a la base del instrumento.

Cuando el avión cambia de dirección, la base y el índice se trasladan con él, mientras la escala y la rueda permanecen fijos en el espacio.

NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

LOS ORDENADORES ELECTRÓNICOS PONEN FIN AL ANONIMATO PERIODÍSTICO

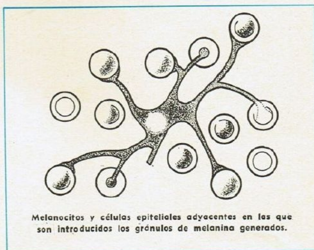
Dos científicos de Glasgow han logrado poner a punto una técnica matemática de análisis del estilo literario, que ha sido aplicada para muchos y diversos fines.
Esta especialidad literario-matemática parece haberles gustado siempre a los escoceses, que ya en otra ocasión realizaron un programa por el que dedujeron que San Pablo escribió sólo 5 de las 14 epístolas, noticia que fue reseñada a su debido tiempo en las páginas de TECNIRAMA. El método de análisis está basado, fundamentalmente, en la frecuencia con que el autor utiliza palabras comunes. Para ello, se toman trabajos conocidos del autor en cuestión, del que se separan y ordenan las 25 palabras que son utilizadas con mayor frecuencia. Las diferencias entre los listados del artículo conocido y del artículo "problema", se comparan matemáticamente. Todo el trabajo de rutina lo realiza, naturalmente, el ordenador electrónico. Recientemente, los científicos de Glasgow han aplicado su método para confirmar que los artículos que publicaba "The Times" con la firma de "Un conservador" eran originales de E. Powell, ex ministro de Sanidad. Para ello, introdujeron en el ordenador muestras de 910 palabras de tres artículos aparecidos en "The Times" bajo ese seudónimo, y de un texto conocido de E. Powell. El ordenador contó las palabras, las situó por orden de frecuencia, y comparó los listados resultantes, de dos en dos. Posteriormente, se sumaron los cuadrados de las diferencias, entre los números de orden obtenidos para cada palabra. El resultado fue el siguiente:

	Art. 1º	Art. 2º	Art. 3º	E. Powell
Artículo 1º .	—	72	98	123
Artículo 2º .	72	—	130	133
Artículo 3º .	98	130	—	129
E. Powell . .	123	133	129	—

Parece estar comprobado que para las comparaciones entre textos del mismo autor se obtienen siempre números cercanos a 100, o en todo caso comprendidos entre 100 y 200, mientras que si la comparación se efectúa con otro autor diferente, este número alcanza valores superiores a 400.
El inventor de este método es el matemático N. D. Thompson, quien lo aplicó, en principio, al autor griego Jenofonte, y, posteriormente, a Shakespeare y Bacon. Los escritos de Shakespeare han mostrado ser uniformes, pero los de Bacon son tan inconsistentes, que es muy posible que no sean suyos todos los que se le atribuyen.
Conclusión: la única esperanza de conservar el anonimato que le queda al escritor actual es, pues, escribir artículos que no lleguen a las 910 palabras.

EL COLOR DE LA PIEL HUMANA

El estudio del color de la piel humana ha cobrado mucha importancia en estos tiempos, en los que el destino de un hombre puede, en ciertos países, quedar determinado según sea blanco o negro. Las variaciones del color de la piel es un problema biológico al que se viene dedicando gran atención desde hace mucho tiempo. Este estudio es bastante complicado, ya que los pigmentos que comunican el color a la piel son químicamente muy complejos e, incluso en la actualidad, no se conoce con exactitud su metabolismo. Por otra parte, la base genética del problema no es aún bien conocida.
La piel se colorea por tres pigmentos: la hemoglobina, los carotenos y, principalmente, la melanina. La epidermis no tiene vasos sanguíneos, pero como es tan fina, deja traslucir el color de la dermis, copiosamente regada, y debido a ello la piel adquiere un tono rosáceo. Los carotenos, hidrocarburos relacionados con la vitamina A, son componentes de nuestra dieta natural y poseen, generalmente, un color amarillento. Se depositan en el tejido adiposo y en las capas superficiales de la epidermis, por lo que contribuyen también, en cierta medida, a colorear la piel.
Las variaciones del contenido cutáneo de melanina son las que determinan, realmente, las diferencias raciales. La melanina es un pigmento castaño oscuro que aparece en forma de partículas discretas en las células de la epidermis. Es sintetizada exclusivamente por un tipo de células denominadas melanocitos (véase figura). Cada uno de los apéndices de un melanocito termina en un botón o abultamiento, que se adapta a la superficie de una célula basal epidérmica, en la que introduce los gránulos de melanina generados. Existe una notable diferencia en la cantidad de melanina existente en la piel de los varones y de las mujeres de las distintas razas: éstas tienen menos que los hombres. También existe una notable variación de la cantidad de este pigmento en diferentes partes del cuerpo: la espalda es, generalmente, más oscura que el pecho y el abdomen. La radiación ultravioleta del Sol incrementa la cantidad de melanina en las zonas expuestas a su acción. La piel de todos los individuos, excepto los albinos, se broncea con el Sol, pero la magnitud de este efecto no sólo depende del individuo, sino también de la zona del cuerpo expuesta.
La incapacidad total de sintetizar melanina, característica del albinismo, se hereda, generalmente, con carácter recesivo. Las variaciones hereditarias de pigmentación que pueden encontrarse entre diferentes poblaciones tienen, como antes hemos señalado, una base genética bastante compleja. Se propuso, en principio, la teoría de que sólo dos parejas de genes (TT' y SS') eran responsables de las diferencias cutáneas de color. Se decía que los genes T y S eran los responsables de la síntesis de melanina, mientras que los T' y S' no conducían a la formación de este pigmento. Con esta hipótesis, un individuo de raza negra presentaría una fórmula TTSS y uno de raza europea T'T'S'S'. Los individuos de la primera generación serían híbridos, de la fórmula TT'SS', y de color intermedio. En la segunda generación cabría distinguir 5 tipos: (1) TT SS, negros, con cuatro genes productores de melanina; (2) TT'SS y TTSS', con tres; (3) T'T'SS, TTS'S' y TT'SS' con dos; (4) TT'S'S' y T'T'SS', con uno; y (5) T'T'S'S' con ninguno. En seguida se vio que este esquema era demasiado simple. Comparando las distribuciones de color de una población híbrida con las resultantes de considerar diferentes números de parejas de genes, se ha visto que el modelo que mejor se ajusta a los hechos experimentales es el que requiere seis parejas de genes, siempre considerando que éstos tengan un efecto igual y aditivo.
El estudio de estos problemas es siempre complicado, dada la naturaleza del objeto experimental, la dificultad de precisar el grado de hibridación, o de asegurar las características raciales de generaciones anteriores, las migraciones geográficas, la carencia de un índice patrón de medida, etc., contribuyen a complicar más aún el problema. No obstante, son muchos los grupos de investigación dedicados al estudio del problema del color de la piel humana, cuya importancia ha sobrepasado los límites puramente biológicos.



Melanocitos y células epiteliales adyacentes en las que son introducidos los gránulos de melanina generados.



CORREO DE LECTORES

OBTENCIÓN DEL NILÓN

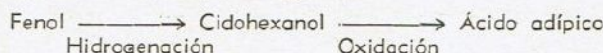
R. Illana. — Estoy interesado en conocer el proceso de fabricación del nilón.
Aunque en próximos números de TECNIRAMA se estudiarán con más detalle las cuestiones en las que está usted interesado, trataremos de responder brevemente a sus preguntas en este espacio. El primer tipo de nilón que se obtuvo (y el que todavía hoy se obtiene en mayor escala) fue conocido con el nombre de nilón-66. El polímero se



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

obtiene haciendo reaccionar ácido adípico (COOH - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - COOH) con hexametilendiamina (NH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 CH_2 - CH_2 - NH_2). El ácido adípico se obtiene a partir del fenol, presente en el alquitrán de hulla, según un proceso que se desarrolla de acuerdo con el esquema siguiente:



La utilización de la hexametilendiamina fue propuesta como consecuencia del descubrimiento de que podía ser obtenida a partir del propio ácido adípico en pasos sucesivos, los cuales comprendían la formación de la amida, del nitrilo, y la reducción catalítica de éste. Evidentemente, la materia prima en la fabricación del nilón es el carbón (más exactamente, la hulla), pero entre esto, y la afirmación de que el nilón se hace con carbón, aire y agua, existe, como puede usted comprender, una gran diferencia. Finalmente, el nilón, obtenido como hemos indicado, está formado por unidades

$$. . . - OC - (CH_2)_4 - CO - O - NH - (CH_2)_6 - NH - . . .$$

y el sufijo 66 alude al número de átomos de carbono de que consta cada una de las sustancias que entran en su formación.

LOCALIZACIÓN DE TUMORES MEDIANTE ISÓTOPOS RADIACTIVOS

F. Sánchez-Vergés. — He oído que los isótopos radiactivos pueden ser utilizados para localizar la posición exacta de un tumor cerebral, y quisiera que Vds. me explicaran algo más acerca de este interesante tema.

La determinación de la posición exacta de un tumor cerebral puede, ciertamente, llevarse a cabo mediante la utilización de isótopos radiactivos. El proceso está basado en que el tejido enfermo absorbe ciertas sustancias con más avidez que el tejido sano. Entre los diversos isótopos que se utilizan con este fin, el ^{74}As ha proporcionado hasta el momento los mejores resultados. Este nucleido tiene un período de vida media de 18 días, y se desintegra emitiendo un electrón positivo, el cual da lugar a dos rayos γ de direcciones opuestas, lo que facilita la localización del tumor, empleando un contador adecuado. Aunque el aparato es muy complejo, el método de medida en sí es muy simple y no causa al paciente ninguna molestia.

CONSULTAS AGRUPADAS

L. Lacina. — Si se adopta una definición completamente estricta y teórica de "raza pura", puede afirmarse que tales razas puras (es decir **homocigocia** para todos los caracteres) apenas existen entre los animales domésticos. Las llamadas normalmente razas puras corresponden a tipos standard más o menos homocigóticos (o genéticamente puros) para una serie de caracteres morfológicamente importantes, correspondientes a un "canon" de esa raza, admitido como tal por la práctica y así considerado por los expertos. Ahora bien, en el caso de un cachorro descendiente de un cruce entre Doverman y ovejera escocesa en el que por una favorable combinación de caracteres (efecto de factores **dominantes**, etc.) la apariencia externa es muy semejante a la del "patrón" considerado como Doverman puro, creemos que no puede hablarse de raza pura, ni aun en el sentido lato admitido por la práctica ordinaria. Las pruebas visibles de esto, se verán en la descendencia de este cachorro, aunque se cruce con un Doverman puro. Es seguro que en esta descendencia se encontrarán productos que se apartan del Doverman.

A. Germi. — A continuación le indicamos los valores más recientes de las magnitudes y constantes físicas que nos solicita:

Velocidad de la luz: $V = 299.792{,}5$ Km/seg.
Litro: 1 l = 1.000,028 cm^3.
Número de Avogadro: $N = 6{,}0250 \cdot 10^{23}$ átomos/mol.
Carga del electrón: $e = 1{,}60202 \cdot 10^{-19}$ coulombs
Constante de Planck: $h = 6{,}6249 \cdot 10^{-27}$ ergio · seg.
Masa del electrón: $m = 9{,}1083 \cdot 10^{-28}$ g.
Constante de los gases: $R = 8{,}31695 \cdot 10^{7}$ erg/°K · mol.

Y PARA CONCLUIR...

LOS NÚMEROS PRIMOS

Desde que Euclides demostró que el total de números primos es infinito, los matemáticos han estado buscando una prueba para determinar si un número dado es primo o no. A pesar de ello, aún no se ha encontrado una prueba aplicable a todos los números. Aunque es extraordinariamente curioso, existen razones para creer que ciertos matemáticos del siglo XVII, que dedicaron muchísimo tiempo a la teoría de los números, poseían medios para reconocer los números primos, que nos son totalmente desconocidos. El matemático francés Merseune, y su contemporáneo, el gran Fermat, tenían un misterioso sistema para determinar los valores de p, para los cuales,

$$2^p - 1 \text{ es un número primo}$$

Aún no se ha determinado claramente hasta qué punto habían desarrollado su método o, en realidad, qué método emplearon exactamente. Por consiguiente, sigue siendo todavía un motivo de asombro que Fermat contestara, sin un momento de vacilación, a una carta en la que se le preguntaba si el número 100.895.598.169 era primo, que era el producto de 898.423 por 112.303 y que cada uno de estos números era primo. Careciendo de una fórmula general y con los métodos de cálculo existentes en aquel entonces, se hubiera tardado años en encontrar esta respuesta.

LOS ÁTOMOS Y SUS PESOS RELATIVOS

Los trabajos de Alexander Williamson y los de otros muchos químicos orgánicos aportaron datos de gran interés para la determinación de cómo los átomos se combinaban para formar moléculas. La síntesis del éter etílico, a partir de alcoholato potásico y yoduro de etilo, realizada por Williamson en 1850, demostró inequívocamente que los pesos atómicos del carbono y del oxígeno eran 12 y 16 respectivamente. El concepto de valencia fue perfilándose gradualmente como resultado de los trabajos realizados en química orgánica.

En 1819, habían sido ya propuestos otros dos importantes criterios para la determinación de pesos atómicos. Pierre Dulong y Alexis Petit establecieron la ley de que para la mayoría de los elementos sólidos, especialmente los metales, el producto de su calor específico por su peso atómico era una constante. En el mismo año, Eilhard Mitscherlich publicó su trabajo sobre isomorfismo de cristales basado en un estudio detallado de series de compuestos tales como los alumbres y los sulfatos. Un elemento podía ser sustituido por otro elemento análogo en una de estas series sin cambiar la forma cristalina, y la conclusión fue que el elemento sustituyente tenía que entrar a formar parte del compuesto en las mismas proporciones atómicas. De este modo, si la fórmula del alumbre era $(SO_4)_2AlK \cdot 12\ H_2O$, la del hierro habría de ser $(SO_4)_2FeK \cdot 12\ H_2O$ y la del cromo $(SO_4)_2CrK \cdot 12\ H_2O$. Un buen analista podría entonces determinar fácilmente un conjunto consistente de los pesos atómicos de elementos análogos que entrasen a formar parte de la misma serie. La hipótesis de Avogadro, resucitada en 1860, resolvió las dudas que quedaban y el viejo problema de determinar pesos atómicos fue finalmente resuelto.

FRASE DE LA SEMANA

Dijo Descartes: "A fin de alcanzar la verdad es necesario, algunas veces, poner todas las cosas en duda".

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	30.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	3.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos	1.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4.—
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

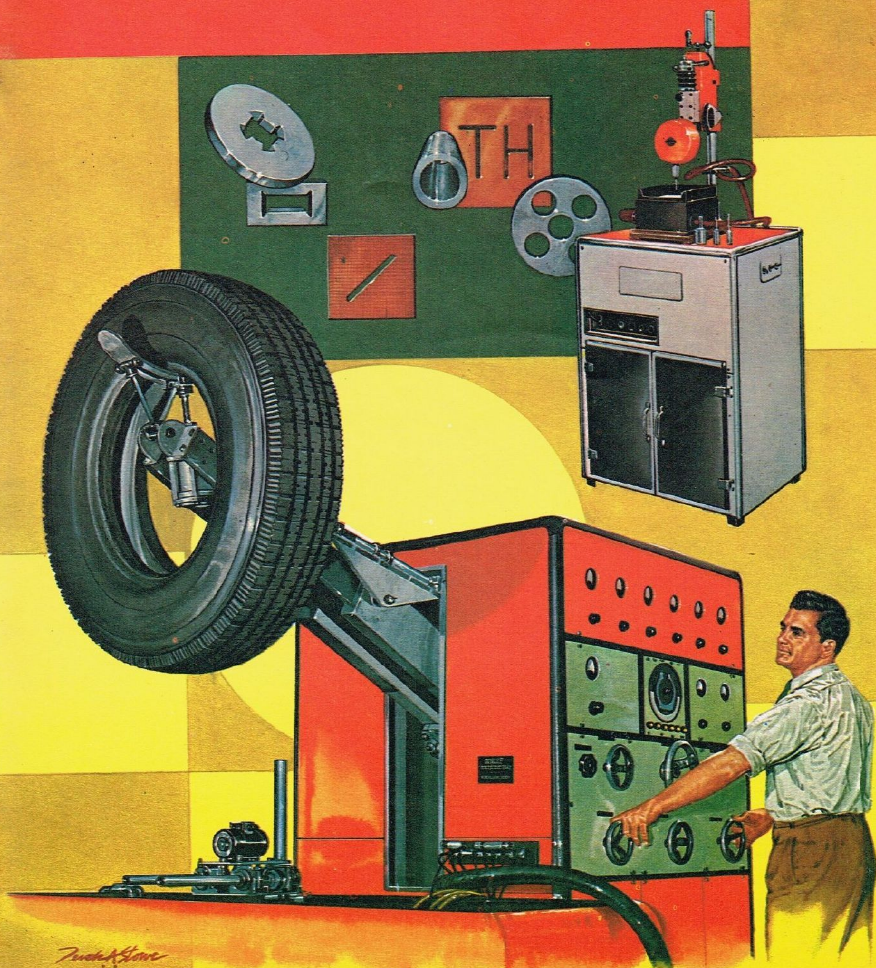
Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 21 de setiembre de 1964

Nº 50

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



SUPERVISOR CIENTÍFICO DE LA VERSIÓN CASTELLANA:
Jesús MORCILLO RUBIO, doctor en ciencias y catedrático de la Universidad de Madrid.

AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: P. AILLERET (Dir. Electricité de Francia), rectificación. Prof. Horace A. BARKER (Dpto. de Biología, Universidad de Harvard), control biológico. Prof. William W. BUECHNER (Prof. de Física, Inst. Tecnol. Massachusetts), ecuaciones del movimiento. O. M. BULMAN (Real Sociedad Británica), plata y oro. Carlo CIPOLLA (Prof. de la Universidad de Turín), control biológico. E. Bernard COHEN (Prof. de la Universidad de Harvard), ecuaciones del movimiento. C. F. CURTISS (Prof. de Química, Univ. de Wisconsin), plata y oro. Georges CHAMPETIER (Prof. Sorbona, París), el pH, o cómo medir la acidez. Robert C. ALDERFIELD (Prof. de Química, Univ. de Michigan), el pH, o cómo medir la acidez. P. FLEURY (Dir. del Inst. de Óptica Aplicada, París), ampliación fotográfica. J. LACHNITT (Ing. Aeronáutico), túneles aerodinámicos. Pierre LAFITTE (Miembro del Instituto de Ciencias de París), aplicaciones de los ultrasonidos. Lionel LAMING (Ing. Aeronáutico, Bruselas), túneles aerodinámicos. Ing. Walter NORTON (Los Ángeles, EE. UU.), ampliación fotográfica. Dr. Edward G. RAMBERG (Laboratorios RCA), aplicaciones de los ultrasonidos.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por
EDITORIAL CODEX S.A.
BOLIVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO I
TOMO IV
Nº 50

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana, Carrera 7ª Nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S.A., Santo Domingo 1175, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela DC. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPUBLEX), Dir. Responsable Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S.A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** C. A. Venezolana de Publicaciones, Principal a Santa Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:

APLICACIONES DE LOS ULTRASONIDOS. — (Arriba) Perforadora de ultrasonidos y algunas muestras de los tipos de perforaciones que se consiguen. (Abajo) Aparato de ultrasonidos para detectar defectos de los neumáticos.

Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Combustible corrosivo. — Científicos de Technion, Instituto de Tecnología de Israel, en Haifa, han descubierto un método para evitar la formación de agentes corrosivos en el combustible almacenado en climas tropicales y subtropicales.
La causa de la corrosión son unas bacterias del tipo de las "Vibrio desulfíricas", que en determinadas circunstancias se multiplican en la capa de agua que existe encima del combustible.
Las bacterias liberan ácido sulfhídrico, que se trasforma en azufre libre, que hace corrosivo al combustible.
Los científicos de Technion, encabezados por el profesor A. Wacks, han descubierto que la actividad de las bacterias se inhibe añadiendo al agua el colorante violeta de metilo en concentraciones pequeñas. El método es eficaz y económico. Derivados de sodio y algunas mezclas de antibióticos también son eficaces, aunque en menor rendimiento.
El profesor Wacks ha afirmado que, considerando las cantidades de combustible almacenado en condiciones similares a las que existen en Israel, se puede evitar un perjuicio económico considerable.

¿Tiene usted buena memoria? — La revista francesa "Atomes" propone el siguiente "test" para medir la eficacia de nuestra memoria: Estúdiense durante 4 minutos los datos que se expresan a continuación, y escríbase durante un cuarto de hora todo lo que se haya logrado retener. 1º) Seis de los sucesores de César fueron: Augusto, Tiberio, Calígula, Claudio, Nerón y Galba. 2º) Los cuatro períodos de la era terciaria son: eoceno, oligoceno, mioceno y plioceno. 3º) Las fechas del nacimiento y de la muerte de estos tres escritores fueron: Rabelais (1494-1553), Boileau (1636-1711) y Montesquieu (1689-1755). 4º) Los pesos moleculares del cobre y del cinc son, respectivamente, 63,57 y 65,38. 5º) El número de teléfono de Mme. Renaud es BAB-1381, y el de M. Cordet es 964-26-54. Cuando haya terminado asígnese un punto por cada nombre retenido en las dos primeras cuestiones y dos puntos por cada número exacto retenido en las otras tres. El máximo de puntos que puede obtenerse es, pues, de 30. Si usted obtiene 28-30 puntos, memoria excelente; 23-27 puntos, buena; 16-22 puntos, mediana. A los que obtengan menos de 16 puntos, les recomendamos que no se confíen a la memoria, y que la ejerciten cuanto puedan, pues parece estar demostrado que con cierto entrenamiento se consigue una memoria precisa y fiel.

NOTICIAS DE MAÑANA

Acero más económico. — La Island Steel ha descubierto y se dispone a comercializar un nuevo acero al cromo que puede competir económicamente con el acero inoxidable corriente. Se produce por un procedimiento gaseoso de aleación y resiste al calor y a la corrosión tanto como el acero inoxidable al cromo (níquel). Sin embargo, se fabrica a semejanza del acero, según el procedimiento mediante el cual el producto (denominado **acero alfatizado**) se impregna con el cromo. Durante el proceso, las moléculas de cromo se difunden en el interior del acero y se combinan con las moléculas de hierro. El resultado es una superficie exenta de orificios y poros. Las patentes han sido adquiridas por la Gasalloy Steel Corporation, que fabricará el producto. El costo del nuevo acero será inferior en un 10 % a un 40 % al de los aceros inoxidables competidores.

El papel de los cigarrillos. — Según el doctor Wensler, de Cambridge, el papel de un cigarrillo constituye el 5 % del peso total del mismo, y de este porcentaje el 75 % es celulosa. Por otra parte, el 35 % del tabaco es también material celulósico, por lo que el mismo tabaco proporciona más celulosa al cigarrillo que el papel.
En algunos experimentos se ha demostrado que los alquitranes de los puros, o habanos, son, al menos, tan activos como los de los cigarrillos para producir cáncer de piel en estirpes de ratones sensibles a tal fin. Pero, por otra parte, la concentración del carcinógeno benzopireno en los condensados de pipa y de puros es varias veces superior a la de los cigarrillos.
De todo lo anterior se desprende que no hay evidencia para incriminar al papel de cigarrillos por sí mismo.

APLICACIONES DE LOS ULTRASONIDOS

El tono de un sonido se puede aumentar hasta que no se oiga. Los sonidos inaudibles que caen fuera del alcance del oído humano se llaman *ultrasonidos*. Los sonidos más altos que puede oír la mayoría de la gente, vibran unas 20.000 veces/seg. Los ultrasonidos tienen frecuencias mayores.

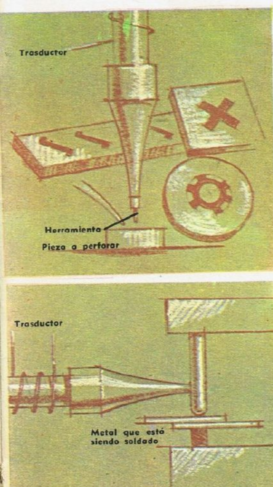
Hasta hace unos 6 ó 7 años el campo de los ultrasonidos estaba muy poco explorado. El único uso práctico que tenían era en sondas de eco en los barcos, donde las ondas sonoras eran enviadas a los fondos marinos para conocer la profundidad del agua. Desde entonces los ultrasonidos han experimentado un gran avance y hoy día se usan en muchas ramas de la industria y también en medicina. Muchos proyectos están aún en período de pruebas.

El *ensayo de materiales* para descubrir imperfecciones es una de las aplicaciones más importante de los ultrasonidos. En una soldadura o en un metal fundido, aunque la superficie pueda aparecer perfecta, puede haber dentro del metal muchas imperfecciones y grietas escondidas. Las ondas ultrasónicas son en este caso el ojo penetrante necesario para mirar dentro del metal. Las ondas pueden tener su energía concentrada en un rayo muy fino que se dispersa muy poco y por tanto se puede dirigir al sitio necesario. Las ondas ultrasónicas pueden pasar de líquidos a sólidos aunque algunas son reflejadas por sus caras. Sin embargo, son incapaces de atravesar el aire y siempre que encuentran una superficie de aire, en lugar de seguir su camino son rechazadas. Éste es el hecho esencial en la detección de fallas, ya que siempre que hay una de ellas en una fundición se forma una burbuja de aire.

Los ultrasonidos se producen cuando se aplica una corriente alterna de gran frecuencia de un oscilador a un cristal llamado *trasductor*. Esto hace que el cristal vibre muy rápidamente y sus vibraciones se trasmiten al líquido con el que está en contacto y después al metal que se va a ensayar. Siempre hay una capa de líquido entre el trasductor y el metal de prueba. Los trasductores se usan también para captar las ondas ultrasónicas, ya que cuando una onda choca con un cristal trasductor lo hace vibrar al unísono. El cristal, cuando vibra, produce una corriente alterna que se puede detectar de numerosas maneras.

En el ensayo de fallas o inclusiones de los metales es costumbre tener el cristal trasductor y el receptor en el *mismo* lado de la pieza. Frecuentemente, los ecos se visualizan en un tubo de rayos catódicos. En una región libre de defectos las ondas viajarán sin ninguna dificultad, siendo sólo reflejadas por la cara opuesta del metal, mientras que si hay un defecto interno serán reflejadas mucho antes.

Esto se puede adaptar para medir el espesor de metales en casos en que uno de los lados no es visible. De manera análoga se mide el espesor de la grasa en los cerdos.



(Arriba) Una perforadora de ultrasonidos. El agujero es de la misma forma que la herramienta perforadora.
(Abajo) Una soldadora de ultrasonidos. La fricción entre las dos piezas produce el calor para soldarlas.



Los ultrasonidos extraen completamente la tinta en las placas de imprimir.

La técnica de encontrar fallas usada por la industria de la goma es algo diferente. La comprobación de los neumáticos es muy importante ya que éstos están construidos de muchos componentes unidos entre sí, y si apareciesen partes internas sin pegar haría que el neumático no fuese tan resistente. El cristal trasmisor colocado *dentro* del neumático produce un haz de ondas ultrasónicas. Alrededor de la parte *exterior* del neumático se colocan, convenientemente espaciados, seis cristales receptores. Cada señal recibida se amplifica y se observa en un medidor. Si hay una burbuja de aire las ondas son reflejadas hacia atrás y no llega señal al cristal receptor. Si el aparato de control marca cero indica que hay una falla en el neumático. Esta prueba se repite a intervalos alrededor del neumático.

La cerámica también se analiza con ultrasonidos, para comprobar que no hay fallas, antes de ser esmaltada. Un aspecto interesante de la aplicación de los ultrasonidos es como un ojo invisible en algunos aparatos de alarma contra robos. Con ultrasonidos se pueden eliminar impurezas suspendidas en el aire. Las vibraciones rápidas de las ondas tienden a arrastrar con ellas partículas diminutas de polvo. Las partículas grandes que flotan en el aire son demasiado pesadas para ser afectadas. Las partículas pequeñas que se mueven rápidamente chocan con las grandes y se unen a ellas hasta que su tamaño es tan grande que ya no pueden flotar más y sedimentan, quedando el aire libre de ellas. Se espera que puedan producirse moléculas grandes de esta manera.

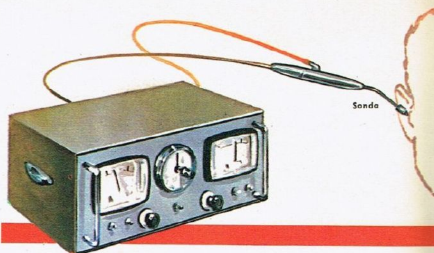
LIMPIEZA CON ULTRASONIDOS

Este método de limpieza se está popularizando enormemente, especialmente en piezas de maquinaria con partes inaccesibles. Hasta ahora había que desmantelarlas, cepillarlas y fregarlas. Ahora con tres minutos en un limpiador ultrasónico se limpian incluso las partes más sucias sin necesidad de tenerlas que desmontar. Este tipo de limpiado es inofensivo para piezas de maquinarias delicadas como relojes, sin que haya duda de su eficacia. Mientras que en varios días de cepillado y fregado no es posible limpiar tipos de imprenta, en pocos minutos de limpiado en un baño ultrasónico no queda ni una traza de tinta. En los hospitales se usan hoy en día pequeños limpiadores para los instrumentos. El objeto a limpiar se sumerge en un baño con un líquido elegido según el tipo de suciedad a eliminar. Puede ser detergente y agua o un solvente de algún compuesto de cloro. El oleaje causado por las ondas ultrasónicas da lugar a pequeñas burbujas que, al estallar, separan cualquier tipo de suciedad adherida a la superficie o encerrada en roturas o cavidades. Frecuentemente, basta con 30 segundos de operación. Los sólidos que flotan se extraen continuamente del líquido limpiador para que no causen daños.


Los cuatro semáforos se han limpiado a conciencia durante 90 segundos en un baño ultrasónico.

HERRAMIENTAS ULTRASÓNICAS

En oposición a la taladradora normal, que gira haciendo siempre agujeros redondos, la taladradora de ultrasonidos produce muy pequeñas vibraciones, que se trasmiten de un sitio a otro, millones de veces por segundo y pudiendo hacer un agujero de la forma de la herramienta perforadora. Esto quiere decir que con este tipo de herramienta se pueden hacer agujeros cuadrados, triangulares o de cualquier otra forma. La taladradora está unida al trasductor y vibra al unísono con éste.



Tratamiento de la enfermedad de Meniers (una enfermedad del oído interno) con una sonda ultrasónica.

SOLDADURA CON ULTRASONIDOS

Las dos piezas a soldar se unen firmemente, conectando el trasductor a una de ellas. Las vibraciones de éste hacen que la pieza de metal también vibre, frotando con la otra pieza de metal. Este rápido frote produce el calor suficiente para que fundan las superficies metálicas y se unan entre sí. El aluminio no se puede soldar con los métodos ordinarios porque se forma una capa de óxido en su superficie. Con la soldadura de ultrasonidos la capa se separa.

USOS MÉDICOS

Los hay de dos clases. Los ultrasonidos de baja energía se usan en lugar de rayos X. Se emplean en *diagnosis* de enfermedades. Por ejemplo, los tumores del cerebro y hemorragias cerebrales (coágulos de sangre en el cerebro) se pueden localizar sin ningún daño con estos rayos de poca energía. Si los rayos pasan entre las costillas se pueden usar para registrar los movimientos del corazón, determinar su tamaño y el de sus cavidades y detectar cualquier enfermedad de las válvulas. Si el haz ultrasónico se dirige a la retina puede observarse si ésta se halla separada. Este tipo de rayos de baja energía también se puede usar sin molestias en las mujeres embarazadas para ver la posición del feto en el vientre y la posición de la cabeza. También se pueden localizar tumores, quistes, etc.

Los ultrasonidos de alta energía destruyen los tejidos. Los cirujanos pueden emplear un haz estrecho para separar partes de tejidos que molestan. Actualmente se están llevando a cabo grandes investigaciones sobre ultrasonidos, y se están descubriendo nuevos e ingeniosos usos.

EFECTOS TÉRMICOS DE LOS ULTRASONIDOS

Si se somete un líquido a la acción de ondas ultrasónicas, puede haber un aumento considerable en la temperatura del mismo, frecuentemente de varios grados por minuto, en un recipiente de tamaño normal. Así, el aumento de temperatura producido por una cierta intensidad del ultrasonido en 2 cm^3. de líquido durante 10 segundos es diferente según el líquido:

Agua	2°	Solución de gelatina	1°
Alcohol	3°5	Gel de gelatina	1°
Glicerina	10°	Ácido esteárico	36°
Vaselina líquida	10°	Cera	44°

La primera cosa que llama la atención en la tabla anterior es que la gelatina, bien disuelta o en forma de gel, que es muy viscosa, se calienta menos que el agua, aunque parecería que debería de ocurrir lo contrario. Posiblemente la razón esté en que en la gelatina no se forman burbujas de aire y en el agua sí, con lo que la absorción del sonido es menor a pesar de su gran viscosidad.

Si se usan ultrasonidos potentes en un baño de aceite en el que hay un termómetro de vidrio, es imposible sostener éste con los dedos, ya que el calor generado por fricción entre el vidrio y los dedos es demasiado grande, a pesar de que la temperatura que indica el termómetro sea sólo de 25°C. Si se sostiene con los dedos un pequeño hilo de vidrio de unas pocas centésimas de milímetro de espesor, que tiene una bolita de vidrio en uno de sus extremos, e introducimos la esfera en el campo ultrasónico, el hilo de vidrio produce una quemadura quedando marcada su huella en el dedo.

Se ha intentado aplicar este efecto calorífico de los ultrasonidos en medicina y diatermia. Se puede calentar, por ejemplo, la médula del hueso, sin que se caliente éste, aunque hay dificultades en trasmitir las ondas ultrasónicas a la parte que necesita el tratamiento.

EFECTOS BIOLÓGICOS DE LOS ULTRASONIDOS

Si observamos los diferentes efectos debidos a los ultrasonidos, y recordamos que las partículas de los líquidos sometidos a ondas ultrasónicas se mueven muy rápidamente, es evidente que los ultrasonidos han de producir algún efecto en animales pequeños y plantas colocadas en el líquido. Si se somete a ultrasonidos a pequeños animales, como ranas, peces, etc., éstos son lisiados o muertos. Los protozoos se destruyen, siendo el principal poder destructivo la formación de burbujas de aire. Si se evita la formación de estas burbujas, aumentando, por ejemplo, la presión externa, la destrucción de los protozoos disminuye. Si se observa al microscopio la acción de los ultrasonidos sobre células, se aprecia que éstas, redondas en un principio, se deforman alargándose, pierden su color en el proceso y finalmente estallan y se dispersan en un número de pequeñas partículas esféricas. El efecto de los ultrasonidos sobre las bacterias u organismos patógenos es muy variado. En algunos casos aumenta el poder virulento y en otros disminuye. Las células de la levadura pierden su poder de reproducción, y las bacterias luminosas, su luminosidad.

A pesar de que todos estos efectos biológicos de los ultrasonidos son muy interesantes, es difícil formarse una idea clara del proceso que tiene lugar. Todos los fenómenos son complicados por la generación local de calor que siempre aparece con ondas ultrasónicas, y puede que sea en parte responsable de los efectos biológicos. De todas maneras, los ultrasonidos parecen ser un campo prometedor en las investigaciones biológicas.

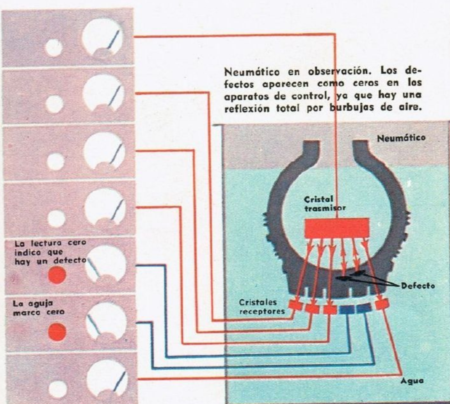
VELOCIDAD DE LOS ULTRASONIDOS

La principal aplicación de la medida de la velocidad de los ultrasonidos en diferentes líquidos o gases está en la medida de la compresibilidad adiabática. Si se conoce ésta y la compresibilidad isotérmica es posible conocer el calor específico que, de otra manera, sería difícil de medir. En la tabla siguiente se indica la velocidad del sonido en ciertos líquidos, a la temperatura ambiente.

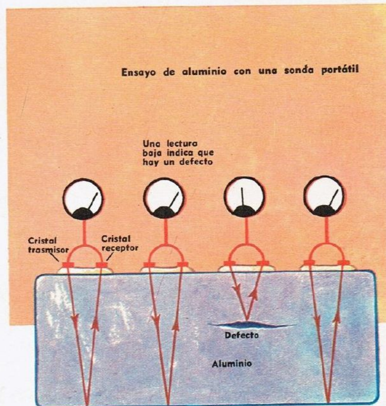
SUSTANCIA	VELOCIDAD DEL SONIDO EN M/SEG.	SUSTANCIA	VELOCIDAD DEL SONIDO EN M/SEG.
Acetona	1203	Glicerina	1986
Anilina	1682	Hexano	1113
Benceno	1310	Octano	1238
Cloroformo	1001	Agua	1494

Análogamente al caso de los líquidos se puede medir la velocidad del sonido en gases o vapores y las aplicaciones son aproximadamente las mismas, dentro del campo de la investigación pura. En la tabla siguiente se da la velocidad del sonido en algunos gases o vapores a 0°C.

SUSTANCIA	VELOCIDAD DEL SONIDO EN M/SEG.	SUSTANCIA	VELOCIDAD DEL SONIDO EN M/SEG.
Amoníaco	415	Helio	971
Cloro	206	Hidrógeno	1261
Cloroformo	171	Nitrógeno	378
Etano	308	Agua	401



Neumático en observación. Los defectos aparecen como ceros en los aparatos de control, ya que hay una reflexión total por burbujas de aire.



Ensayo de aluminio con una sonda portátil

AMPLIACIÓN FOTOGRÁFICA

Cuando se expone y revela la película de una cámara, se obtiene una fotografía *negativa* semitrasparente, en la que todas las partes negras de la imagen son trasparentes y las blancas son negras. Este negativo se puede usar para hacer *copias por contacto* del mismo tamaño, haciendo pasar la luz a través de él sobre un papel sensible a la misma. Las partes negras detienen la luz, que pasa a través de las partes trasparentes al papel de impresión. El compuesto de plata del papel empieza a reaccionar y deja, de esta manera, un depósito de plata allí donde llega la luz.

El revelado de la película acelera esta reacción y trasforma las áreas afectadas en manchas negras de plata. El compuesto de plata que no ha reaccionado se disuelve por el fijador, con lo que la copia se puede exponer a la luz sin que tenga lugar ninguna otra reacción.

Aunque este tipo de impresión es muy útil para hacer fotografías por contacto, y no requiere un equipo muy costoso, tiene, sin embargo, sus desventajas. La primera, que la fotografía final es pequeña, del mismo tamaño que la película del carrete; la segunda, que se ha de usar todo el negativo, debido a lo pequeño de su tamaño; la tercera, que es muy difícil mejorar el negativo, ennegreciendo algunas áreas, aclarando otras, etcétera. La fotografía por contacto es una reproducción fiel de todo el negativo. Por todas estas razones, los fotógrafos profesionales, y la mayoría de los buenos aficionados que revelan sus propias fotos, usan una ampliadora. En su forma más simple es como un proyector de diapositivas montado verticalmente en un soporte. Se hace pasar una luz a través del negativo y la imagen ampliada se proyecta en el papel de copias sensible a la luz. Subiendo y bajando la ampliadora de su soporte, es posible producir en el papel de impresión una imagen de casi cualquier tamaño deseado. Se puede ampliar toda la foto o, lo que es más im-

Lámpara

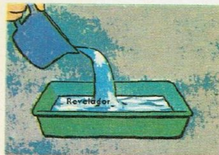
Lentes condensadoras

Negativo

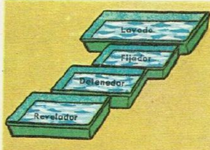
Lente del objetivo

Mando para ajustar la posición de la lente del objetivo

Mando para ajustar la posición del sistema luminoso



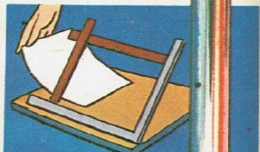
La solución de revelador se hace a la concentración y la temperatura correctas, según las instrucciones indicadas para el caso.



Los baños del revelador, del detenedor, del fijado y del lavado se preparan y colocan luego, para el uso, siguiendo este orden.



Para quitar el polvo al negativo se usa un pincel de pelo de camello o marta. El negativo va dado vuelta en la ampliadora.



El papel fotográfico se coloca y se ajustan los bordes del marco; mientras tanto, el filtro rojo tapa la lente.

Imagen enfocada sobre papel fotográfico

Ampliadora fotográfica en funcionamiento. En el papel de copias sensible a la luz se forma una imagen nítida.

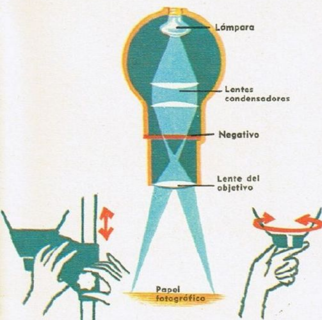
portante, cualquier parte de ella. Se puede elegir un rostro en una multitud, ampliarle y hacer una fotografía individual. ¿Cómo funciona la ampliadora? Las partes esenciales son el sistema de iluminación y el soporte. Este último sirve para subir y bajar el sistema de iluminación, que tiene un espacio para la lámpara (donde hay una lámpara muy potente y un par de lentes que condensan el haz luminoso), un marco que sostiene el negativo entre dos placas, y una lente convergente colocada en una montura ajustable. La luz de la lámpara pasa por las lentes condensadoras que la difunden, con lo que todo el negativo está iluminado por igual. Sin ellas el centro estaría más iluminado que los bordes. En modelos económicos se consigue un efecto análogo difundiendo la luz con una pantalla de vidrio esmerilado. La luz se hace pasar por el negativo, que está colocado en su marco, y después de atravesar las partes blancas del mismo, llega a una lente convergente en la parte inferior de la ampliadora. Esta lente convergente se puede acercar, o alejar, del negativo con objeto de enfocar la imagen producida en el papel de copias. Generalmente, está equipada con un diafragma ajustable, de tal manera que se puede controlar la cantidad de luz que pasa por la lente. Debajo de la lente se puede poner un filtro de color, que permite al operario componer su fotografía en el papel fotográfico sin necesidad de exponerle a la luz. El filtro sólo deja pasar la luz roja, a la que el papel fotográfico no es sensible.

En primer lugar, se coloca el negativo en su posición y se enciende la lámpara. El operario elige la parte de la foto que desea ampliar, y el tamaño. Esto último se consigue subiendo y bajando el sistema luminoso sobre el soporte, cambiando antes la posición del papel de copia. Probablemente, en este momento la foto está desenfocada. Se enfoca, o se logra que las formas sean nítidas, ajustando la posición de la lente. Una vez elegida la distribución particular preferida, el problema próximo es saber cuánto tiempo ha de estar expuesto a la imagen el papel fotográfico. Los factores que influyen en esta fase de la operación son: la apertura de la lente, el tipo de papel y la claridad u oscuridad del negativo. Por aproximaciones sucesivas, usando una cinta de prueba (que no es más que una pieza de papel fotográfico donde el operario va probando gradualmente tiempos de exposición cada vez mayores a intervalos de cinco segundos), el fotógrafo averigua el tiempo de exposición. Tapa la mayor parte de la cinta con un cartón, y la mueve de modo que cada cinco segundos va exponiendo cada vez más imagen. Cuando se revela la cinta, se puede ver fácilmente qué tiempo de exposición es más adecuado.

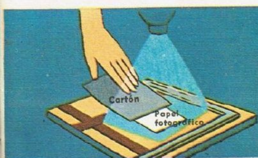
Como los extremos del papel fotográfico no se han expuesto a la luz, porque el sujetador de papel los ha tapado, los bordes de la foto aparecen blancos.



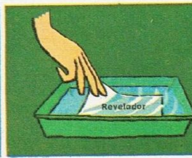
Cinta de prueba para averiguar el tiempo correcto de exposición. Las tiras se han sometido a diferentes tiempos de exposición.



Una ampliadora fotográfica. La luz, después de pasar por las lentes condensadoras, ilumina el negativo por igual. La lente del objetivo produce una imagen real en el papel de copias colocado debajo de ella.



Para hacer una cinta de prueba se cubre casi todo el papel. Se da luz cada 5", descubriendo siempre más papel fotográfico.



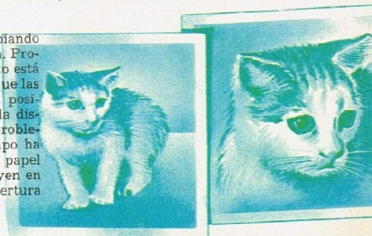
Luego se sumerge unos segundos en el revelador, se pasa al baño detenedor y, a continuación, se fija. Se elige la cinta mejor.



Se toma otra hoja de papel, y se expone durante el tiempo correcto. Se procede como antes, se fija durante 10 minutos y se lava.



La ampliación se puede secar usando un rollo de papel secante. La foto debe colocarse siempre boca abajo en dicho rollo.



LAS ECUACIONES DEL MOVIMIENTO

Cuando un objeto aumenta su velocidad se dice que se *acelera*. La *aceleración* del objeto se define como el *aumento* de su velocidad en un segundo. Supongamos que un coche marcha a 30 Km. por hora y empieza a aumentar su velocidad hasta que, 5 segundos más tarde, va a 40 Km. por hora. ¿Cuál es la aceleración? El *aumento* de su velocidad es $40 - 30 = 10$ Km. por hora. Pero este aumento ha tenido lugar en 5 segundos; por tanto, el aumento en un segundo es: 10 Km. por hora, dividido por 5 segundos, igual a 2 Km. por hora por segundo. En otras palabras la *aceleración* del coche es de 2 Km./hora por segundo.

La *velocidad* es la distancia recorrida por un móvil en una unidad de tiempo. En el caso de automóviles, la distancia se mide en kilómetros y el tiempo en horas, por lo que la velocidad se expresa, generalmente, en Km./hora. En el laboratorio, las distancias se miden, frecuentemente, en cm. y el tiempo en segundos, en cuyo caso las ve-

Supongamos que un ciclista viaja a 8 m./seg. y acelera a una velocidad de 1,5 m./seg.^{2} durante 10 seg. ¿Qué velocidad alcanzará? En este problema hay que hallar la velocidad final (v), siendo conocidos la velocidad inicial (u), la aceleración (a) y el tiempo (t). Por tanto, hay que usar la primera ecuación: $v = u + at$, puesto que es la única que contiene la distancia recorrida (e). Los valores conocidos son $u = 8$ m./seg., $a = 1{,}5$ m./seg./seg., $t = 10$ seg., y, poniéndolos en la ecuación de arriba, se obtiene

$$v = 8 + 1{,}5 \times 10 = 8 + 15 = 23 \text{ m./seg.}$$

Por tanto, el ciclista alcanza una velocidad de 23 m./seg. (alrededor de 83 Km./hora). Merece recordarse que 60 Km./hora equivalen a 16,6 m./seg.

Una bola de un cojinete se desliza por una tabla inclinada, y cuando pasa por la primera marca tiene una velocidad de 10 cm./seg. Cuando pasa por la segunda marca su velocidad ha aumentado a 50 cm./seg. El tiempo que tarda la bola en pasar entre las dos marcas se mide con un cronómetro, y resulta ser igual a 4 seg. ¿Qué distancia hay entre las dos marcas? En este problema, lo que hay que calcular es la distancia (e), mientras que la velocidad inicial (u), la final (v) y el tiempo (t) se conocen. La ecuación correcta en este caso es $\frac{u + v}{2} = \frac{e}{t}$, puesto que es la única que no incluye la aceleración (a), que no conocemos. Los valores conocidos son $u = 10$ cm./seg., $v = 50$ cm./seg., $t = 4$ seg. Poniéndolos en la ecuación $\frac{u + v}{2} = \frac{e}{t}$, se obtiene $\frac{10 + 50}{2} = \frac{e}{4} = \frac{60}{2} = 30$. Si la cuarta parte de la distancia es 30 cm., la distancia total, entre las marcas de la tabla, es $4 \times 30 = 120$ cm.

El valor medio de varias cantidades, como velocidades, edades, longitudes, etc., es igual a la suma de estas cantidades dividida por el Nº de cantidades. Por ejemplo, el valor medio o la media de 7, 12 y 5 es $\frac{7 + 12 + 5}{3} = \frac{24}{3} = 8$. El valor medio de 2, 2, 0, 8, 10 y 8 es

$$\frac{2 + 2 + 0 + 8 + 10 + 8}{6} = \frac{30}{6} = 5$$

DERIVACIÓN

En problemas y cálculos relativos a móviles aparecen términos tales como distancia recorrida, tiempo invertido, aceleración constante, velocidad inicial y final. Puesto que tales términos se usan frecuentemente, es conveniente representarlos por un símbolo. En realidad, es mejor usar símbolos, porque sin ellos sería casi imposible anotar las fórmulas y las *ecuaciones del movimiento*. Estas ecuaciones nos proporcionan un método sencillo de encontrar, p. ej., la velocidad final de un móvil, del que conocemos su velocidad inicial, aceleración y distancia recorrida.

Al tiempo se le representa por el símbolo t. Se mide en segundos. A la distancia recorrida se da el símbolo e. Se mide en metros, o en centímetros. La velocidad final la representamos por v, y la velocidad inicial por u. Las velocidades se miden en metros por segundo (m./seg.), o centímetros por segundo (cm./seg.). La aceleración constante se representa por a. Se mide en metros por segundo en cada segundo (m./seg./seg.) o en centímetros por segundo en cada segundo (cm./seg./seg.). Aunque hay otras unidades para medir cualquiera de estas cantidades, su uso en estos cálculos daría lugar a confusiones. Las cuatro ecuaciones del movimiento son:

$$v = u + at \qquad \frac{u + v}{2} = \frac{e}{t}$$

$$e = ut + \tfrac{1}{2} at^2 \qquad v^2 = u^2 + 2ae$$

Las dos primeras ecuaciones son, simplemente, la definición de aceleración y velocidad media, usando símbolos en lugar de palabras. La aceleración a es el aumento de velocidad que tiene lugar en un segundo. En t segundos el *aumento* de velocidad será, por tanto, at. La velocidad final v, después de t segundos, es igual a la velocidad inicial u más el aumento de velocidad que tiene lugar en t segundos. Por tanto, $v = u + at$, que es la *primera* ecuación del movimiento.

La velocidad media se define como la distancia recorrida dividida por el tiempo invertido. En símbolos, la velocidad media $= e{:}t$. Si un objeto tiene una velocidad inicial u y una final v, la velocidad media de estas dos velocidades es $\frac{u + v}{2}$.

Ésta es la velocidad media, y es igual a $e{:}t$. Por tanto $\frac{u + v}{2} = \frac{e}{t}$, que es la *segunda* ecuación del movimiento.

Desgraciadamente, con estas dos ecuaciones no se pueden resolver todos los problemas de móviles. Si, por ejemplo, se desconoce el tiempo, con ninguna de las

dos ecuaciones se puede calcular la velocidad final v. Análogamente, si no se conoce v, la velocidad final, no podemos, p. ej., calcular u, con estas dos ecuaciones. Por esto se necesitan otras dos ecuaciones del movimiento, con lo que son cuatro en total. Las otras dos ecuaciones se obtienen combinando las dos primeras. La segunda ecuación puede escribirse

$$\frac{e}{t} = \frac{u+v}{2}$$

y multiplicando ambos lados por 2

$$\frac{2e}{t} = u + v$$

pero como $v = u + at$, según la primera ecuación, sustituyendo $u + at$ por v:

$$\frac{2e}{t} = u + u + at = 2u + at$$

y dividiendo los dos miembros por 2

$$\frac{e}{t} = u + \tfrac{1}{2}\, at$$

multiplicando ambos miembros por t
$e = ut + \frac{1}{2}\, at \times t$; o $e = ut + \frac{1}{2}\, at^2$
que es la *tercera* ecuación del movimiento.

Para obtener la cuarta ecuación, se distribuyen las dos primeras de tal manera que el símbolo t aparezca en la izquierda.

La primera ecuación $v = u + at$, al cambiarla da $u + at = v$, y restando u a cada lado

$$at = v - u$$

dividiendo por a

$$t = \frac{v-u}{a}.$$

La segunda ecuación, $\frac{u+v}{2} = \frac{e}{t}$, al ser invertida da

$$\frac{2}{u+v} = \frac{t}{e}$$

multiplicando ambos lados por e

$$\frac{2e}{u+v} = \frac{t}{e} \times e$$

con lo que $t = \frac{2e}{u+v}$; pero $t = \frac{v-u}{a}$

y, por tanto, $\frac{v-u}{a} = \frac{2e}{u+v}$

Para eliminar las fracciones se multiplican ambos lados por a

$$v - u = a \times \frac{2e}{u+v} = \frac{2ae}{u+v}$$

y después por $(u + v)$

$$(u+v) \times (v-u) = (u+v) \times \frac{2ae}{(u+v)}$$

$$u \times v - u \times u + v \times v - u \times v = 2ae$$

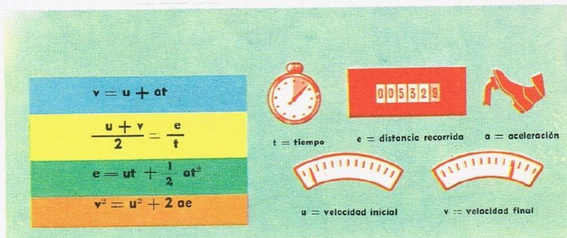
$$v \times v - u \times u = 2ae$$

$$v^2 - u^2 = 2ae$$

sumando u^2 a ambos lados

$$v^2 = u^2 + 2ae$$

que es la *cuarta* ecuación del movimiento.





Una piedra se arroja desde lo alto de un acantilado y acelera a una velocidad de 9,8 m./seg./seg. a medida que cae. A esta aceleración se le llama "aceleración debida a la gravedad", y se representa por el símbolo (g). Si la piedra tarda 3 segundos en llegar al fondo, ¿cuál es la altura del acantilado? Lo que hay que calcular en este problema es la distancia (e), puesto que conocemos la aceleración (a) y el tiempo (t). La velocidad inicial (u) no la conocemos, pero podemos suponer que la piedra parte del reposo, con lo que u = 0. La ecuación correcta es $e = ut + \frac{1}{2}at^2$, puesto que es la única que no incluye la velocidad final (v). Los valores conocidos son u = 0, t = 3 seg., a = 9,8 m./seg./seg., que sustituidos en la ecuación de arriba da:

$$e = 0 \times 3 + \frac{1}{2} \times 9{,}8 \times 3 \times 3 = 0 + 44{,}1 = 44{,}1 \text{ m.}$$

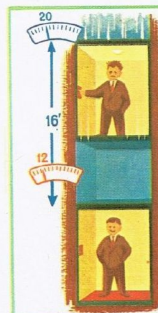
(El resultado de multiplicar cualquier número por cero es siempre cero, por tanto 0 × 3 = 0.) La altura del acantilado es 44,1 metros.

locidades se expresan en centímetros por segundo (cm./seg.).

Un vehículo hace un viaje de 60 Km. en 2 horas. Si la velocidad no ha variado en el viaje, la distancia recorrida en una hora es 30 Km. (es decir, la mitad de la distancia en la mitad de tiempo) y, por tanto, la *velocidad media* es de 30 Km. por hora (30 Km./hora). La velocidad media de un viaje se puede hallar dividiendo la distancia recorrida por el tiempo. Así, un objeto que se mueve 50 cm. en 12½ segundos, tiene una velocidad media de 50 : 12½ = 4 cm. por segundo (4 cm./seg.).

Un tren empieza a moverse en una estación y a los 5 segundos ha alcanzado la velocidad de 60 metros por segundo (60 m./seg.). ¿Qué camino ha recorrido? Uno está tentado de decir 300 metros (es decir, 60 metros en cada segundo), pero esto *no es cierto*. El tren está aumentando su velocidad (acelerando), y en el primer segundo sólo ha recorrido una pequeña distancia, ya que la velocidad inicial era de 0 m./seg. La velocidad media en los 5 segundos es (0 + 60) : 2 = 30 m./seg.

Puesto que la velocidad media del tren es de 30 m./seg., la distancia recorrida por el mismo en los 5 segundos es 150 metros; es decir, 30 metros en cada segundo.



Un vehículo baja a una velocidad de 20 m./seg. y después que ha recorrido 16 metros su velocidad es de 12 m./seg. ¿Cuál es la aceleración? Se conocen la velocidad inicial (u), la final (v) y la distancia (e); hay que encontrar la aceleración (a). La mejor ecuación es $v^2 = u^2 + 2ae$, puesto que es la única que no incluye el tiempo (t). Poniendo en esta ecuación los valores u = 20 m./seg., v = 12 m./seg., e = 16 m., se obtiene

$$12 \times 12 = 20 \times 20 + 2 \times a \times 16$$
$$144 = 400 + 32 \times a$$

Restando 400 de cada lado de la ecuación

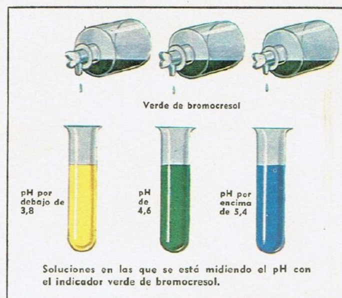
$$(144 - 400) = (400 - 400) + 32 \times a$$
$$-256 = 32 \times a$$

con lo que 32 × a = — 256. Dividiéndolo todo por 32, obtenemos

$$a = -\frac{256}{32} = -8$$

La aceleración del vehículo es — 8m./seg.². El signo menos quiere decir que el objeto no está aumentando su velocidad, sino disminuyéndola. En otras palabras, el vehículo tiene una "retardación" (lo opuesto a una aceleración) de 8 m./seg./seg.

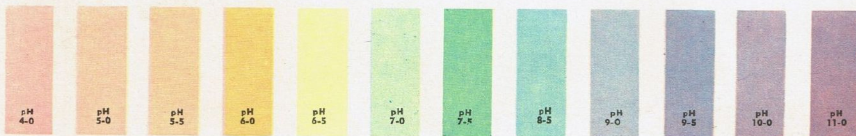
EL pH,
o cómo medir la acidez



Soluciones en las que se está midiendo el pH con el indicador verde de bromocresol.

Si se añade una gota del indicador tornasol a una solución, nos señala, a primera instancia, si es ácida, alcalina o neutra. Una solución ácida se vuelve roja; una alcalina, azul; mientras que una solución neutra da un color violeta (una mezcla de rojo y azul).

CARTA INDICADORA



Una típica carta de "indicadores mezclados". Para encontrar el pH se compara la solución que tiene una gota del indicador con la carta de colores.

Sin embargo, hay grados de acidez y alcalinidad que no pueden averiguarse con un tipo de ensayo tan simple. De dos soluciones ácidas una puede ser mayor que otra. Por ejemplo, el ácido sulfúrico concentrado es más ácido que el jugo de limón. Una solución concentrada de sosa cáustica es más alcalina que una solución muy diluida.

VALORES DEL pH

El pH es una medida exacta de la acidez o alcalinidad de una solución. Los valores del pH varían entre 0 y 14. Una solución con pH cero tiene la acidez máxima posible. Una con pH uno, aunque aún es fuertemente ácida, es más débil que la anterior. Valores del pH de 2, 3, 4, 5, y 6 indican soluciones ácidas cada vez más débiles.

Los líquidos neutros, como el agua pura, tienen un valor de 7 para el pH. Números de 7 a 14 indican soluciones alcalinas, con 14 como la máxima alcalinidad. Los valores del pH de 0 a 14 no son números arbitrariamente elegidos, sino que tienen un significado científico. La acidez de una solución y su pH dependen de la concentración de iones hidrógeno en la solución. El agua pura consta, en su mayor parte, de moléculas de agua y de unos pocos iones, originados por la disociación de las moléculas en números iguales de iones hidrógeno e hidroxilo. En un litro de agua hay 1 : 10.000.000 ó 10^{-7} moles de iones de hidrógeno. Un mol es la masa molecular expresada en gramos. El pH, con esta concentración de iones hidrógeno, es 7. Si la concentración fuera 1 : 1.000.000 ó 10^{-6} moles por litro, el pH sería 6. Si fuese 1 : 100 ó 10^{-2}, el pH sería 2.

El pH del suelo es importante. Aunque plantas tales como los rododendros crecen bien en suelos ácidos, la mayor parte de los cereales lo hacen mal, y prefieren suelos neutros o ligeramente alcalinos (pH 7 u 8). Para encontrar el pH del suelo, se usan equipos de ensayo. Si el suelo es demasiado ácido, se puede corregir con cal. Si se añade exceso de ella, puede ser perjudicial, ya que el pH se eleva a 8 y el suelo se vuelve demasiado alcalino para el crecimiento de ciertas plantas. Para que el cuerpo humano funcione bien, la sangre debe tener un pH alrededor de 7,4 (muy débilmente alcalino). Los jugos gástricos deben de tener un valor fuertemente ácido, alrededor de 2.

COLORANTES INDICADORES

Los indicadores son colorantes que cambian de color en un cierto intervalo de

pH. El tornasol pasa por un intervalo grande de pH en su cambio de color, por lo que resulta poco práctico para conocer el valor del pH con exactitud. En una solución ácida, pH 1, el indicador azul de timol es rojo. Si el pH es 1,2 empieza a cambiar de color.
Cuando el pH es 2,8, el color cambia completamente al amarillo. Entre estos dos valores, por ejemplo a pH 2, el color es anaranjado. Otro indicador, el verde de bromocresol, cambia su color del amarillo al azul en el intervalo de pH de 3,8 a 5,4. Este indicador es verde alrededor de un pH de 4,6. Hay una serie de indicadores, algunos de los cuales están relacionados en la tabla adjunta, que sirven para determinar el valor del pH en todo su intervalo; es decir, de 0 a 14.
Algunas firmas químicas fabrican "indicadores mezclados", que producen diferente color, según el valor del pH. Por ejemplo, uno de estos indicadores mezclados puede ser rojo a pH 4, amarillo a pH 6, verde a pH 7, azul a pH 9,5 y violeta a pH 11. Los indicadores mezclados se hacen de una combinación apropiada de muchos indicadores.
Hay también aparatos para medir el pH con mucha exactitud, y trataremos de ellos en un artículo próximo.

DETERMINACIÓN COLORIMÉTRICA DEL pH

La determinación colorimétrica del pH de un líquido está basada en el empleo de indicadores, cuyos iones tienen color distinto al de la molécula sin disociar. El grado de color de un indicador varía con el pH del líquido en el que se encuentra, por lo que es posible determinar dicho pH por medio del indicador; basta con añadir éste al líquido y comparar el color con otros testigos.
Como no es fácil diferenciar las coloraciones muy intensas y las muy débiles, existe un valor máximo y otro mínimo para el grado de color, por encima o por debajo de los cuales son difíciles de apreciar, a simple vista, las variaciones en el tono de color producidas por una alteración de la correspondiente relación de concentraciones. Estos valores, máximo y mínimo, que son diferentes para cada indicador, limitan la aplicación del mismo a un determinado dominio del pH, que, en general, abarca unas dos unidades de pH.

MÉTODOS

Dos son los métodos principales de determinación colorimétrica del pH: el *de Sörensen* y el *de Michaelis*.
El método de Sörensen consiste en comparar el tono de color que presenta un cierto volumen de líquido, al que se ha añadido indicador, con el color que presenta el mismo volumen de distintas soluciones de pH conocido, mezcladas con la misma cantidad de indicador. Como disoluciones comparadoras, de pH conocido, se emplean las denominadas disoluciones *amortiguadoras* o *reguladoras*. Un regulador puede definirse como un sistema químico que tiene la propiedad de que su concentración en iones hidrógeno, es decir, su pH, permanece aproximadamente constante, aunque se le agreguen pequeñas cantidades de ácido o base débiles. Está siempre constituido por una mezcla de un ácido débil y una base fuerte, o una sal débil y un ácido fuerte.
En el método de Sörensen se compara el pH a medir con otros ya conocidos. En el método de Michaelis se determina el grado de color, y se emplean únicamente indicadores monocromos, es decir, aquellos indicadores que de incoloros pasan a coloreados, siendo incoloros precisamente en la forma disociada.

CONCENTRACIÓN DE IONES HIDRÓGENO EN MOLES POR LITRO	pH	
1 ó 10^{0}	0	
$\frac{1}{10}$ ó 10^{-1}	1	
$\frac{1}{100}$ ó 10^{-2}	2	
$\frac{1}{1.000}$ ó 10^{-3}	3	ÁCIDA
$\frac{1}{10.000}$ ó 10^{-4}	4	
$\frac{1}{100.000}$ ó 10^{-5}	5	
$\frac{1}{1.000.000}$ ó 10^{-6}	6	
$\frac{1}{10.000.000}$ ó 10^{-7}	7	NEUTRA
$\frac{1}{100.000.000}$ ó 10^{-8}	8	
$\frac{1}{1.000.000.000}$ ó 10^{-9}	9	
$\frac{1}{10.000.000.000}$ ó 10^{-10}	10	
$\frac{1}{100.000.000.000}$ ó 10^{-11}	11	ALCALINA
$\frac{1}{1.000.000.000.000}$ ó 10^{-12}	12	
$\frac{1}{10.000.000.000.000}$ ó 10^{-13}	13	
$\frac{1}{100.000.000.000.000}$ ó 10^{-14}	14	

El grado de color, F, se halla determinando qué cantidad de indicador, *b*, hay que añadir a un cierto volumen de un líquido, francamente alcalino, para que presente el mismo tono de color que igual volumen de líquido, problema al que se ha añadido la cantidad *a* del mismo indicador. Siempre *b* es menor que *a*. El grado de color viene dado por la igualdad

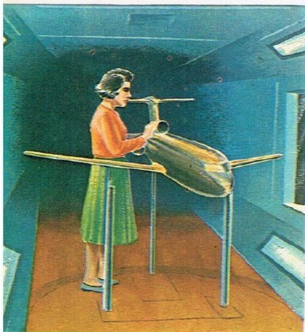
$$F = \frac{b}{a}$$

Conocido éste, es posible calcular el pH.

LISTA DE INDICADORES

INDICADOR	INTERVALO DE TRASFORMACIÓN DEL pH	CAMBIO DE COLOR	INDICADOR	INTERVALO DE TRASFORMACIÓN DEL pH	CAMBIO DE COLOR
Rojo de o-cresol	0,2 - 1,8	rojo-amarillo	Azul de bromotimol	6,2 - 7,6	amarillo-azul
Azul de timol	1,2 - 2,8	rojo-amarillo	p-Nitrofenol	5,0 - 7,0	incoloro-amarillo
Rojo pentametoxy	1,2 - 3,2	rojovioleta-incoloro	Rojo fenol	6,4 - 8,0	amarillo-rojo
Tropeolina 00	1,3 - 3,2	rojo-amarillo	Rojo neutro	6,8 - 8,0	rojo-amarillo
2,4-Dinitrofenol	2,4 - 4,0	incoloro-amarillo	Rojo cresol	7,2 - 8,8	amarillo-rojo
Amarillo de metilo	2,9 - 4,0	rojo-amarillo	β-Naftolftaleína	7,3 - 8,7	rosa-verde
Naranja de metilo	3,1 - 4,4	rojo-anaranjado	Tropeolina 000	7,6 - 8,9	amarillo-rojorrosa
Azul de bromofenol	3,0 - 4,6	amarillo-azulvioleta	Fenolftaleína	8,0 - 10,0	incoloro-rojo
Rojo de β-naftilo	3,7 - 5,0	rojo-amarillo	Timolftaleína	9,4 - 10,6	incoloro-azul
Verde de bromocresol	3,8 - 5,4	amarillo-azul	Amarillo de alizarina	10,0 - 12,0	amarillo-lila
Rojo de metilo	4,4 - 6,2	rojo-amarillo	Tropeolina 0	11,0 - 13,0	amarillo-sepia
Púrpura de bromocresol	5,2 - 6,8	amarillo-púrpura	Ácido trinitrobenzoico	12,0 - 14,0	incoloro-rojoanaranj.
Rojo de clorofenol	5,4 - 6,8	rojo-amarillo			

TÚNELES AERODINÁMICOS

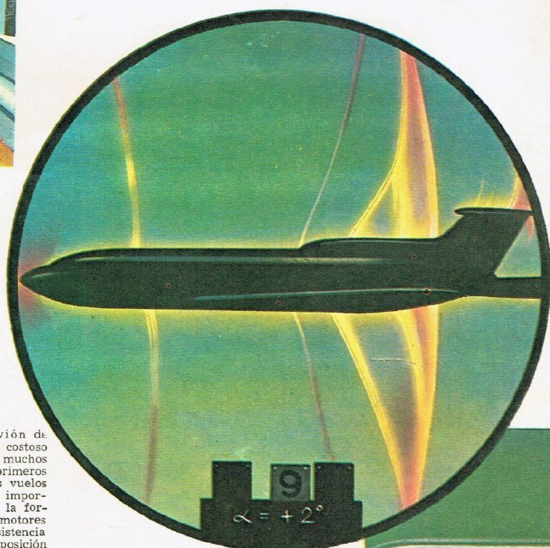


Una ingeniera hace ajustes a un modelo en un túnel de baja velocidad. En tal túnel, con una velocidad máxima de 250 Km./hora, se comprueba la estabilidad del avión durante el despegue y el aterrizaje.

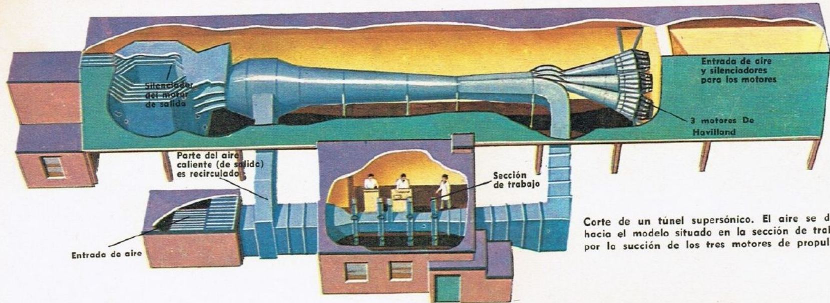
El diseño y construcción de un avión de trasporte moderno es un proceso costoso y lento, y hay que tener en cuenta muchos factores desde que se hacen los primeros dibujos hasta que se completan los vuelos de prueba. Entre los elementos más importantes que hay que estudiar están la forma de las alas, la situación de los motores y de los tanques de gasolina, la resistencia de la armazón y la comodidad y disposición de los pasajeros. En el desarrollo del diseño final se han de poner de acuerdo los diferentes equipos de proyectistas, y la labor de cada uno ha de coordinarse con la de los demás, puesto que todos los elementos que intervienen en la construcción de aviones son interdependientes.

Los modelos del diseño propuesto se prueban en túneles aerodinámicos, que juegan un papel decisivo para decidir cuál es el más satisfactorio. Para observar el comportamiento del avión es necesario probar los modelos en los túneles aerodinámicos. De mucho más valor son las pruebas realizadas con partes del avión, como la cola, la sección de un ala, etc. Además, todas las modificaciones en el aspecto externo del avión, motivadas por cambios en el diseño de otras partes, se pueden probar rápidamente, para averiguar si tienen algún defecto. En los túneles aerodinámicos, el modelo está en una posición fija, con lo que se puede observar en cualquier momento la acción del aire sobre el avión. Además, se puede estudiar el comportamiento del modelo en varias posiciones —cuando despega y aterriza, o cuando está volando.

Hace más de 90 años que se construyeron los primeros túneles aerodinámicos para comprobar las fuerzas de elevación y arrastre que sufría una plancha plana cuando se colocaba a diferentes ángulos de inclinación. Los primeros túneles eran tubos de una sección trasversal cuadrada uniforme, con un ventilador en uno de los extremos. En este tipo de túnel los hermanos Wright comprobaron los diferentes diseños de su máquina voladora.



Fotografía en la que se muestran las ondas de choque que aparecen cuando la velocidad del aire se aproxima a 1,0 mach.



Corte de un túnel supersónico. El aire se dirige hacia el modelo situado en la sección de trabajo, por la succión de los tres motores de propulsión.

Túneles de esta clase requieren una gran cantidad de energía para producir velocidades de aire relativamente bajas, pero recirculándolo se ahorra la mayor parte de la energía cinética del aire, y sólo es necesario suministrar una pequeña cantidad para compensar las pérdidas por fricción en las esquinas. Pero incluso este defecto se corrige con cascadas, de cuidadoso diseño, que ayudan a mantener el flujo uniforme del aire dentro del túnel.

Los modernos túneles de aire de circuito cerrado se construyen, generalmente, sobre un plano rectangular con una *sección de trabajo*, en la que se coloca el modelo en uno de los lados largos. El ventilador se sitúa en otro de los lados largos. La velocidad del aire a través de la sección de trabajo se puede aumentar, para que supere la que hay en el circuito principal. El área de la sección trasversal del túnel está reducida de modo semejante al *tubo de Venturi (tomo IV, pág. 158)*. Así la sección de trabajo se encuentra en el estrechamiento del Venturi, donde la velocidad es máxima. En túneles de gran velocidad, se disminuye la presión en el estrangulamiento, para que corresponda a la presión más baja que el avión encuentra cuando vuela a cierta altura.

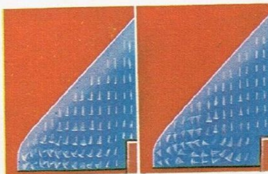
Para que las pruebas sean aceptables, se ha de tener gran cuidado en el diseño del túnel, especialmente del espacio que contiene la sección de trabajo, para conseguir que el flujo sea satisfactorio. En la sección de trabajo la variación de presión debe ser mínima y se ha de conocer exactamente la velocidad del aire. Se ha averiguado que el tamaño ideal del modelo es la mitad (o las tres cuartas partes) de la anchura de la sección de trabajo del túnel. La turbulencia en la corriente del aire causada por la rotación de las aspas del ventilador, y por los ángulos rectos de las esquinas en la conducción, se reduce colocando cascadas paralelas a los lados del túnel, y con una malla de alambre denso.

Como los diferentes tipos de aviones, tanto militares como civiles, se trasladan en un amplio intervalo de velocidades, es necesario probar los modelos en un intervalo análogo de velocidades del aire. Las pruebas con los modelos deben hacerse siempre de modo que superen la velocidad máxima del avión. Para ensayar todo el intervalo, es necesario tener más de un túnel disponible. En un túnel de baja velocidad, la máxima que se puede alcanzar es de unos 250 Km./hora. Con un diseño cuidadoso se puede construir otro túnel (transónico) que permita el intervalo de 0,8 a 1,6 *mach* (1,0 mach es la velocidad del sonido). Otros túneles permiten velocidades aún mayores. Los modelos que se prueban en el túnel se hacen con gran exactitud y son costosos. Los modelos que se usan en túneles de baja velocidad se pueden hacer de madera, como caoba, pero los que se prueban en túneles *transónicos o supersónicos* se hacen de metal (generalmente de acero o aleación de aluminio) para que soporten las tensiones adicionales.

Los modelos se montan en la sección de trabajo de modo que sea fácil variar su posición en el espacio con un ajuste externo. Así se miden las fuerzas que actúan sobre el avión cuando asciende, gira, aterriza, etc., y se determina la naturaleza del flujo de aire alrededor de las alas.

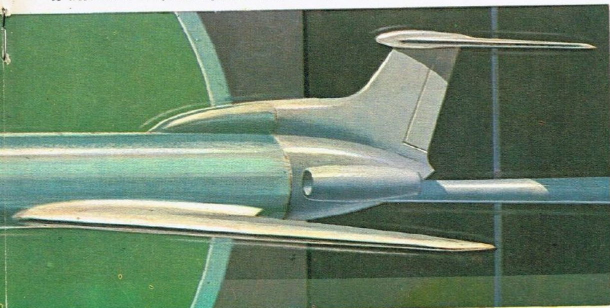
Por medio de medidores de tensión —alambres en los que varía la resistencia eléctrica cuando se estiran— se miden las tres fuerzas (elevación, descenso y lateral) y los tres momentos de giro que actúan sobre el modelo. En algunas instalaciones modernas, estos datos se registran automáticamente. Además, se estudia la forma de los flujos de aire en las alas por medio de penachos de nilón, sujetos a la superficie con una fina pasta de partículas de óxido de cinc dispersas en aceite que se aplica a las alas. Así se puede averiguar la estabilidad del avión en vuelo.

Tales pruebas permiten escoger el mejor de los diseños propuestos en un principio. A medida que avanza el diseño, se comprueban todas las modificaciones que se hacen sobre él. Durante las pruebas en los túneles aerodinámicos se recogen muchos datos sobre el rendimiento del avión, pero aún es necesario hacer gran cantidad de vuelos de prueba antes de que el modelo esté acabado.

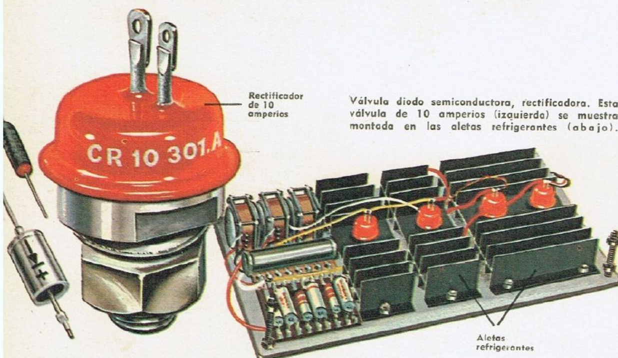


Estas dos figuras muestran, por medio de los penachos, los remolinos en la superficie de un ala en forma de delta. El efecto es peor a medida que la velocidad del aire aumenta.

Modelo completo en un túnel supersónico. Las diferentes fuerzas y efectos de giro que sufre el avión se trasmiten al campo de registro a través del soporte posterior.



RECTIFICACIÓN



Válvula diodo semiconductora, rectificadora. Esta válvula de 10 amperios (izquierda) se muestra montada en las aletas refrigerantes (abajo).

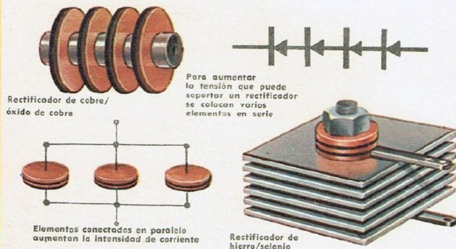
Muchos aparatos eléctricos funcionan con corriente alterna, que, generalmente, se toma de la red. Otros, por ejemplo equipos electrónicos y algunos trenes eléctricos, funcionan con corriente continua. El procedimiento más económico para obtenerla es el de trasformar la alterna con un instrumento llamado *rectificador*, por el que pasa la corriente eléctrica en una sola dirección, y convierte la alterna en continua positiva o negativa (depende de cómo esté conectado el rectificador). Hay tres tipos principales de rectificadores: *rectificadores metálicos, válvulas de diodo y diodos semiconductores*.

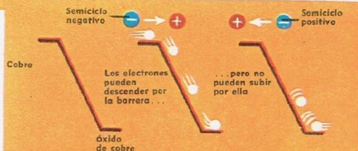
RECTIFICADORES METÁLICOS

Un disco de cobre, recubierto en uno de sus lados con una capa de óxido de cobre, actúa como un rectificador. La corriente eléctrica (es decir, los *electrones*) puede fluir fácilmente desde el cobre al óxido de cobre, pero no desde el óxido de cobre al cobre. El rectificador tiene una resistencia eléctrica baja en una dirección y alta en la otra. Sin embargo, un disco de cobre recubierto de óxido tiene varias limitaciones como rectificador. En primer lugar, sólo puede soportar una tensión eléctrica de unos pocos voltios en la dirección inversa (es decir, del óxido de cobre a cobre). A voltajes mayores conduce la corriente eléctrica en ambas direcciones. No obstante, si cada rectificador metálico simple puede soportar unos pocos voltios, conectando un cierto número de ellos en serie (colocando los discos uno encima de otro), el rectificador total se puede usar hasta el límite de 240 voltios.

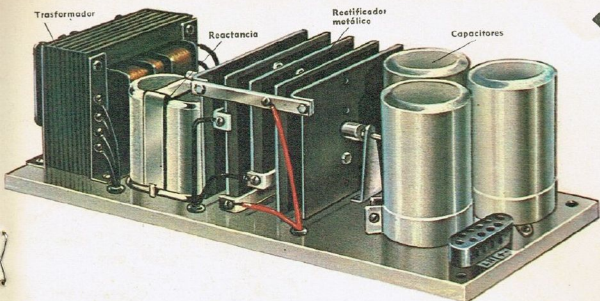
La segunda limitación de los rectificadores metálicos es que sólo se pueden usar para rectificar pequeñas corrientes (del orden de un amperio). Con corrientes mayores se calientan (el efecto calorífico de la corriente es proporcional al cuadrado de la intensidad de la corriente) y se pueden fundir. Se puede aumentar la corriente rectificada montándolos en paralelo, con lo que la corriente total es igual a la suma de las corrientes que pasan por cada uno de los discos.

Este tipo de rectificador tiene la ventaja de

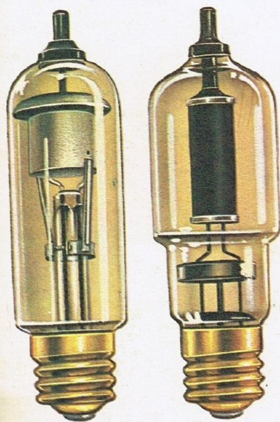




En la unión entre el óxido de cobre y cobre (o entre hierro y selenio), hay una barrera que evita que la corriente ascienda por ella, pero permite que descienda. La barrera actúa como una diferencia en la tensión eléctrica, y es debida a las diferentes propiedades del cobre y del óxido de cobre. El rectificador deja de funcionar cuando el voltaje (tensión eléctrica) en la unión es lo suficientemente elevado como para que la corriente pueda saltar la barrera.



Una típica unidad de alimentación de 12 voltios. El rectificador metálico está colocado entre los capacitores y la reactancia.



Válvulas diodo termoiónicas, rectificadoras, para altas tensiones y corriente elevada. Izquierda: diodo gaseoso. Derecha: diodo de vacío.

ser económico y duradero. Se usa, por ejemplo, para cambiar la corriente alterna en continua en un cargador de baterías. En este aparato, la corriente de la línea, antes de ser rectificada, se hace pasar por un trasformador que disminuye el voltaje de 220-240 a 12 voltios (para una batería de coche de 12 voltios).

RECTIFICADOR DE DIODO

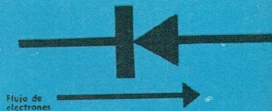
El diodo de vacío (descrito en el *tomo II, pág. 24*) sólo permite el paso de los electrones en una dirección —del cátodo al ánodo—. La corriente alterna que se va a rectificar se conecta entre el ánodo y un punto que será el negativo para la C.C. Sólo puede pasar por la válvula cuando el voltaje del ánodo es superior (más positivo) que el del cátodo. La corriente es un flujo de electrones emitidos por el cátodo caliente; si el ánodo es más negativo que el cátodo, aquellos son repelidos y nunca llegan al ánodo. Los diodos de vacío también tienen un límite en cuanto a la cantidad de corriente que pueden rectificar. A voltajes superiores a unos pocos miles de voltios, esta clase de rectificación es muy poco eficaz. Aun cuando el diodo está conduciendo, la resistencia entre el cátodo y el ánodo es muy alta. Una gran cantidad de energía se convierte en calor y se disipa.

Las válvulas diodo *gaseosas* se utilizan para rectificar grandes cantidades de corriente. Esta válvula contiene una pequeña cantidad de gas de mercurio, el que se evapora parcialmente cuando la válvula se encuentra en plenas funciones, llenando el espacio interno de la ampolla con átomos de mercurio. Dichos átomos son bombardeados por los electrones en su camino a la placa. Si éstos se trasladan a una velocidad suficiente, la colisión originará un desprendimiento de electrones de los átomos del mercurio; se dice entonces, que el átomo de mercurio se ha *ionizado*, esto es, que ha perdido uno o más electrones. Estos electrones desprendidos se suman a los primitivos en su camino a la placa, con lo que la corriente se ve efectivamente aumentada. La temperatura óptima de trabajo (unos 75°C) se mantiene mediante la refrigeración con circulación de agua o aire forzado.

Ambas clases de rectificadores se pueden reemplazar por *diodos semiconductores*. Éstos se hacen de cristales de germanio o silicio, impurificados a propósito para que conduzcan la electricidad en una cierta cantidad. Dos piezas de este material, que se llaman por razones obvias *semiconductores* (cada una conteniendo una impureza distinta), se funden o se sueldan juntas. El cristal resultante, o *diodo de juntura*, se comporta de una manera muy parecida a las válvulas diodo. La unión entre las dos partes del cristal actúa como una barrera (barrera de potencial), que permite que los electrones pasen en una dirección y no en la otra.

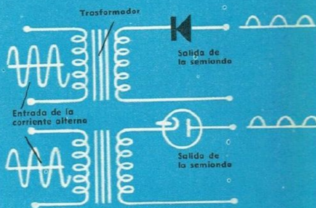
COLOCACIÓN EN UN CIRCUITO

Un rectificador simple es un rectificador de una *media onda*, así llamado porque permite que pase por él la mitad del ciclo que le entra. Éste es el método más económico de obtener corriente continua, y se utiliza en la mayor parte de los receptores eléctricos de mesa. Un rectificador de *onda completa* consta de dos rectificadores colocados en el circuito, de modo que cuando por el primero deja de pasar la corriente, ésta empieza a pasar por el segundo. Se aprovechan, así, los dos semiciclos de la corriente alterna. La corriente proveniente del rectificador es *corriente continua impura;* ya que conserva los pulsos de la alterna, pero en un solo sentido (positivo o negativo). Esta corriente, incluso la de onda completa, es muy diferente de la producida por una batería. En un aparato de radio alimentado con tal corriente las variaciones aparecerían en forma de zumbido en los altavoces. Para la mayor parte de las aplicaciones se necesita una corriente continua casi constante, y sólo es tolerable una pequeña variación. Las variaciones se amortiguan añadiendo varios componentes adicionales al circuito, como reactancias (bobinas de alambre) y capacitores. Esto será descrito con más detalle en un artículo posterior

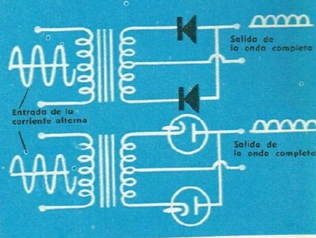


El símbolo convencional de un rectificador metálico (o de un rectificador de diodo semiconductor). La flecha indica la dirección "convencional" de la corriente (de positivo a negativo). El flujo de electrones se mueve en dirección opuesta, de negativo a positivo.

RECTIFICACION DE MEDIA ONDA



RECTIFICACIÓN DE ONDA COMPLETA



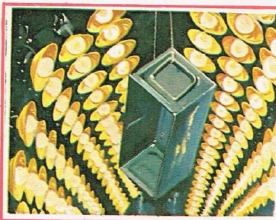
PLATA Y ORO



El oro y la plata son, quizá, los dos metales nobles más importantes. Se llaman así porque no se oxidan al aire, o en el agua, y sólo los atacan ácidos fuertes. Debido a esto se usaron durante mucho tiempo para hacer monedas. Ambos metales se conocen desde hace miles de años, y en excavaciones hechas en lugares de las primitivas civilizaciones, particularmente Egipto, se han encontrado objetos fabricados con estos metales.
En contraste con muchos metales, que sólo se presentan en la Naturaleza en forma de compuestos químicos, tanto el oro como la plata se presentan como elementos, por lo que estos metales se conocen desde hace mucho tiempo. Aunque el oro y la plata se pueden encontrar en estado casi puro, lo más frecuente es que formen aleaciones de plata, oro y cobre. La presencia del cobre, plata y oro juntos no es de extrañar, puesto que los tres están íntimamente ligados, y todos pertenecen a la misma familia del sistema periódico.

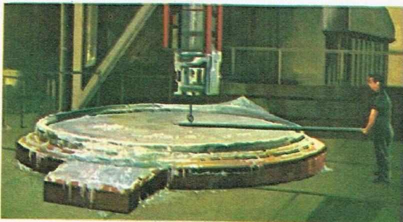
PLATA

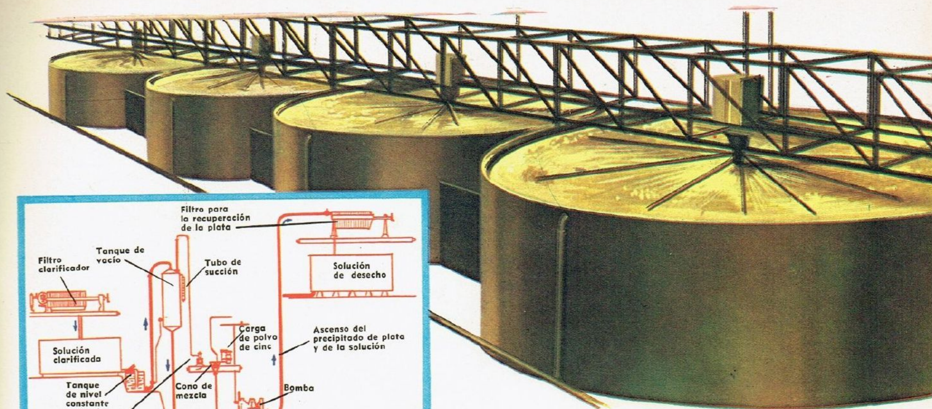
La plata se obtiene, principalmente, como subproducto cuando se refinan los minerales de cinc y cobre. Sin embargo, también se obtiene de minerales ricos en plata, siendo el más común la *argentita*, un sulfuro de plata. Éste y otros minerales de plata se encuentran ampliamente distribuidos en el continente americano, aunque en ninguna parte se halla en grandes cantidades. El principal productor mundial de plata es México, con un 35 % de la producción mundial (alrededor de 6.000 toneladas al año).
De los muchos procesos desarrollados en el tiempo, el normalmente usado hoy en día para beneficio de la plata, a partir de la argentita, es el *proceso del cianuro*. Después de triturar el mineral, se muele finamente en un molino de bolas que contiene una solución diluida de cianuro sódico. El sulfuro de plata, y también la plata libre, reaccionan con la solución de cianuro sódico para dar argento-cianuro sódico, $Na[Ag(CN)_2]$ que es soluble en agua.
La suspensión se agita durante varios días con aire comprimido. Así se oxida el sulfuro sódico formado por la reacción entre el sulfuro de plata y el cianuro sódico. La solución de argento-cianuro sódico se filtra, y se separa el aire disuelto haciendo el vacío. Finalmente, la plata se separa de la solución añadiendo una suspensión de cinc finamente pulverizada.
La plata precipitada se filtra y se seca. Este producto contiene, como mínimo, 75 % de plata, pero aún existen impurezas, especialmente, exceso de polvo de cinc. Por tanto, es necesario una purificación ulterior.
Puesto que el 75 % de la producción mundial de plomo se obtiene de minerales que también contienen plata, es evidente que interesa la recuperación de la plata en la etapa del refinado del plomo, por sus beneficiosos resultados. Un sistema para recuperar la plata es el *proceso Parkes*. Después de separar otras impurezas de la aleación plomo-plata, especialmente cobre, antimonio, arsénico y estaño, se añade cinc al baño. La plata es mucho más soluble que el plomo en el cinc, por lo que después de mezclar el contenido del baño la mayor parte de la plata pasa a la capa del cinc fundido, que flota sobre el plomo. Cuando desciende la temperatura del baño se separa la aleación cinc-plata de la superficie, a medida que va solidificando. A continuación se destila el cinc, y queda finalmente la plata, que tiene un punto de fusión más alto.
La plata es un metal blanco que tiene una buena resistencia a la acción de la mayoría de las sustancias. No la atacan el oxígeno ni el aire, pero se ennegrece fácilmente si el aire tiene trazas de ácido sulfhídrico, que forma una capa negra de sulfuro de plata en la superficie. La capa negra que aparece en los cubiertos de plata se debe a la acción de los compuestos orgánicos de azufre. Los halógenos (cloro, bromo, yodo) atacan a la plata, pero no la afectan los álcalis y sólo reacciona con muy pocos ácidos: ácido sulfúrico concentrado en caliente y ácido nítrico diluido.
La plata es el mejor conductor del calor y de la electricidad, aunque corrientemente se usa el cobre, porque es más económico. Sin embargo, también se usa la plata en plantas químicas, debido a su resistencia a la corrosión y su punto de fusión relativamente alto (960° C), además de su alta conductividad.
Así, las vasijas de reacción, hervidores en columnas de destilación, se recubren a veces de plata. Los tubos de los intercambiadores de calor se hacen de plata. La plata se utiliza en varios tipos de aparatos eléctricos. Es de particular valor en contactos eléctricos, como en las unidades de control de los semáforos. Numerosas aleaciones de plata son de importancia industrial, como las de plata-cobre-cinc y plata-fósforo-cobre, que se usan para soldar el latón. Sin embargo, la mayor cantidad se usa en materiales fotográficos.

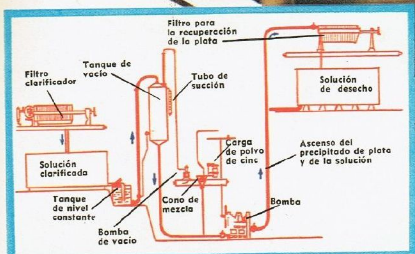


Como el oro tiene, y conserva, su superficie muy pulida (es decir, no se empaña), es de gran valor como superficie reflectora. Aquí se usan reflectores recubiertos de oro en una unidad de calentamiento con vapores infrarrojos. Se usa mucho esta unidad en la industria para secar pinturas, esmaltes y barnices.

En el proceso de Parkes para recuperar la plata del plomo, se añade cinc (en el que la plata es más soluble) a la aleación fundida de plomo-plata. Después de una buena mezcla, la aleación cinc-plata flota en la parte superior, de donde se separa.





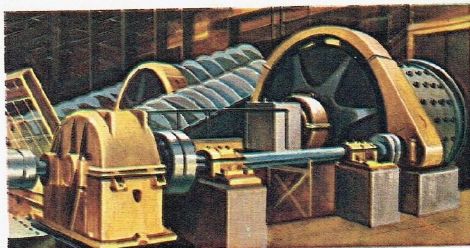


El proceso del cianuro se usa tanto para la extracción del oro como de la plata. (Arriba) Grandes tanques donde reacciona la solución del cianuro con los minerales de plata. (Izquierda) Esquema de flujos de todo el proceso.

ORO

El oro nativo se encuentra en vetas de cuarzo, de las que se han separado las partículas finas por el agua de lluvia. De aquí que el oro se encuentra también mezclado con arena en los lechos de los ríos. Hay depósitos en América, Australia, Sudáfrica y Europa. Las partículas de oro se separan, de la tierra de aluviones o grava o del cuarzo molido, lavándolo en recipientes profundos que vibran. El oro, que es mucho más denso que la arena, se deposita y va al fondo, donde lo retienen unos listones. Antes de que se organizara el proceso de sedimentación en gran escala, se solía llevar a cabo en pequeñas canastas.

El oro se puede también recuperar del cuarzo triturado o de residuos de la extracción de otros minerales, por el *proceso del cianuro*. El procedimiento es muy parecido al de la extracción de la plata de sus minerales. El oro reacciona con la solución de cianuro potásico, para formar aurocianuro potásico $K[Au(CN)_2]$. Después de airearlo, el oro se precipita por una adición de cinc. El oro es un metal amarillo brillante, de gran densidad (19,3 g/cm^3). Es un buen conductor del calor y de la electricidad, y resiste la acción de casi todos los ácidos. Sin embargo, reacciona con una mezcla de ácido nítrico y clorhídrico concentrados. Puesto que esta mezcla de ácidos (en la proporción 4:1) es capaz de disolver el oro, se le llama *agua regia*. El oro no se ennegrece en el aire. El metal puro es un poco blando —aun para joyería— y se usa generalmente aleado con otros metales, plata, paladio, platino, que le dan la dureza necesaria sin pérdida de resistencia. Además de su uso en joyería y en ornamentos, el oro tiene un gran número de importantes usos en la industria, allí donde se desea una superficie que no se ennegrezca. El oro (en láminas, o en forma de electro-depósitos) se usa para recubrir recipientes en las plantas químicas.



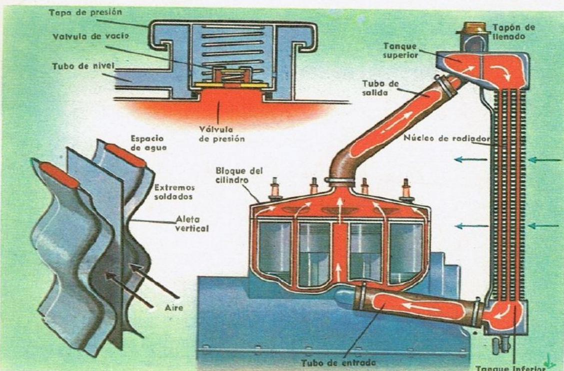
Un gran molino en el que se pulverizan rocas con oro, antes de tratarlas con solución de cianuro.



Una fina capa de plata se ha depositado, por electrólisis, en este gran tambor de una centrífuga.

REFRIGERACIÓN DEL MOTOR

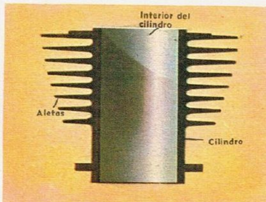
En la combustión de un motor de derivados del petróleo sólo se aprovecha alrededor de una cuarta parte de la energía calorífica para producir un trabajo aprovechable. Aunque una buena cantidad del calor restante es arrastrado por los gases de escape, otra se trasmite a la cabeza y paredes del cilindro, de donde pasa al aire. Esta cantidad de calor es considerable y, si no se pudiese refrigerar el motor, el aceite de lubricación ardería, los pistones aumentarían de tamaño, las válvulas se deformarían por el exceso de calor, y la cantidad de mezcla que entraría en los cilindros a cada golpe de pistón se reduciría de tal manera que no produciría la potencia necesaria. Por tanto, se ha de pensar en algún sistema de refrigeración.



Sección trasversal de un motor refrigerado mediante agua. Este tipo de motor emplea una bomba para facilitar, de este modo, la circulación del agua.

ENFRIAMIENTO POR AIRE

Este método se usa más en motos que en coches. El enfriamiento se lleva a cabo poniendo aletas en los cilindros, con objeto de aumentar la superficie expuesta al aire. El movimiento de la máquina produce una corriente natural de aire que enfría las aletas. El enfriamiento por aire tiene ciertas ventajas sobre el enfriamiento por agua. Por una parte, hace que la construcción del motor sea más simple. Los motores refrigerados por aire pesan menos, y cuestan menos, que los del mismo tipo refrigerados por agua. Se calientan más rápidamente y no hay riesgo de congelación.



Sección trasversal del cilindro de un motor enfriado por aire. Las aletas aumentan la superficie exterior del cilindro, favoreciendo el paso de calor al aire que las rodea.

REFRIGERACIÓN POR AGUA

El agua es mejor que el aire para eliminar calor (tiene un calor específico mayor) y, por tanto, la mayor parte de los motores se refrigeran con agua. Ésta circula por conductos especiales, o *camisas de agua*, que rodean la cabeza y paredes del cilindro. El calor producido durante la combustión pasa, a través de las paredes y cabeza del cilindro, al agua. El agua caliente es menos densa y tiende a moverse hacia arriba (debido a la *convección*), hasta el *tanque superior* del radiador, siendo reemplazada por agua fría del *tanque inferior* del radiador. El agua caliente desciende a través del *núcleo* del radiador y se enfría por el flujo de aire creado cuando el vehículo está moviéndose.

Este método de refrigeración se conoce como *termosifón*, o *sistema natural de enfriamiento*, y, a fin de favorecer la convección, el tanque superior del radiador debe estar por encima del bloque del cilindro.

EL RADIADOR

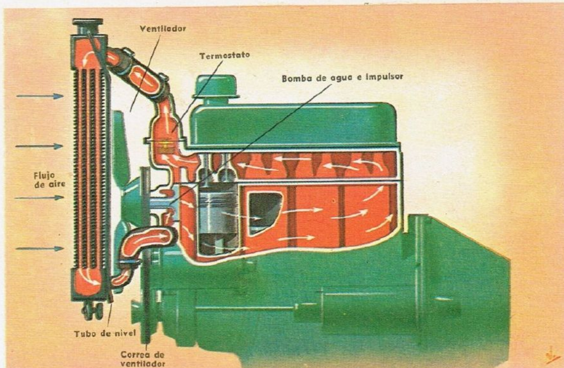
La función del radiador es eliminar el calor con la mayor rapidez, y esto lo hace dividiendo el agua y haciéndola circular por un gran número de pequeños pasajes, que se diseñan de tal manera que presentan la mayor superficie posible a la corriente de aire frío.

Generalmente, el radiador consta de dos tanques, uno superior y otro inferior, que se juntan en el núcleo del radiador. En la mayoría de los automóviles modernos se usa el tipo de película para el núcleo. Los pasajes del agua, en forma de zigzag, están construidos con planchas de metal sol-

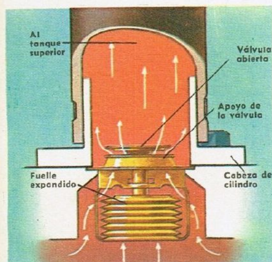
dadas por los bordes. Este dispositivo hace que el recorrido del agua sea mayor, con lo que se obtiene una refrigeración de gran eficacia.
Todos los radiadores están provistos de un tubo de nivel, que permite que se escape por él el vapor formado en el sistema, y evita, además, que se llene demasiado el radiador.

REFRIGERACIÓN A PRESIÓN

La mayoría de los automóviles modernos están equipados con un radiador que puede soportar la presión, cerrado con una tapa de las del tipo de *presión*. La tapa del radiador cierra la salida de nivel evitando que se pierda agua y la mantiene a presión en el sistema de refrigeración, con lo que se eleva el punto de ebullición del líquido y el motor puede trabajar a mayores temperaturas. El agua no hierve, ni se pierde. La tapa del radiador actúa, además, como una válvula de seguridad, y deja escapar cualquier exceso de presión.
El tipo de válvula ilustrado es una válvula de resorte, que soporta la presión y que aísla al sistema del aire. Cuando el motor se enfría, la presión del sistema disminuye por debajo de la atmosférica. Para evitar que se dañen el núcleo del radiador y las tuberías del agua, el resorte pequeño de la válvula de vacío se abre y permite, de esta manera, que la presión del sistema se nivele con la presión atmosférica.



Sección trasversal de un motor refrigerado mediante agua. Este tipo de motor emplea, para enfriar, el sistema denominado de termosifón.



Un termostato típico de un motor refrigerado mediante sistema de agua.

EL VENTILADOR

Para asegurar un flujo adecuado de aire a través del núcleo del radiador, cuando el vehículo está parado o moviéndose muy despacio, se coloca un ventilador entre el motor y el radiador. Este ventilador puede tener desde dos hasta doce aspas, y se mueve con el motor por medio de una correa de goma trapezoidal, que en muchos casos sirve también para mover la dínamo.

LA BOMBA DE AGUA

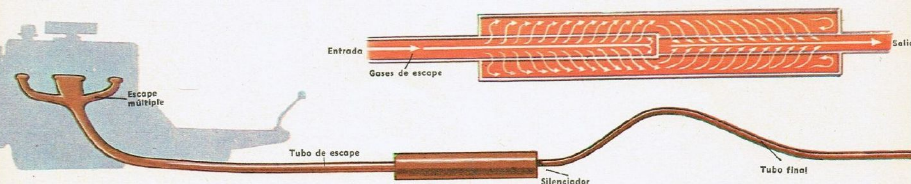
En el sistema de termosifón la circulación del agua es un poco lenta y el radiador se ha de situar sobre el nivel del motor. Los motores modernos están equipados con una pequeña bomba de agua para aumentar la velocidad de circulación. Cuando existe bomba se puede hacer más pequeño el radiador y se puede poner en lugar más bajo. La bomba consta de un impulsor con unas pocas aspas colocadas en una de las caras. Generalmente, la bomba se coloca en el mismo eje del ventilador, y en medio del flujo de agua entre el fondo del radiador y el bloque del cilindro.
El flujo del agua de la bomba circula en la misma dirección que la del termosifón.

EL TERMOSTATO

Ya que es muy conveniente para el motor que se caliente lo más rápidamente posible, generalmente se coloca un termostato de control a la salida del agua de la cabeza del cilindro. El termostato consta de un fuelle de metal, lleno de un líquido volátil, al que se ha unido una válvula en forma de disco. Durante el período de calentamiento la válvula se encuentra cerrada. Cuando la temperatura del agua alcanza unos 80-85° C, el líquido volátil hierve, haciendo que el fuelle se expansione y abra la válvula. Con la válvula abierta, el agua puede entrar desde la cabeza del cilindro al radiador.

EL SISTEMA DE ESCAPE

Cuando la válvula de escape se abre, la presión en los cilindros está aún por encima de la atmosférica y, si se permitiese a los gases de escape pasar directamente a la atmósfera, habría una serie de ruidosas detonaciones. Para reducir este ruido a la intensidad razonable permitida por la ley, los gases de escape pasan a través de un "escape múltiple", un "tubo de escape", un "silenciador" y un "tubo final". El silenciador reduce el ruido, haciendo más suave el flujo de los gases de escape, como se indica en la figura.



EL CONTROL BIOLÓGICO

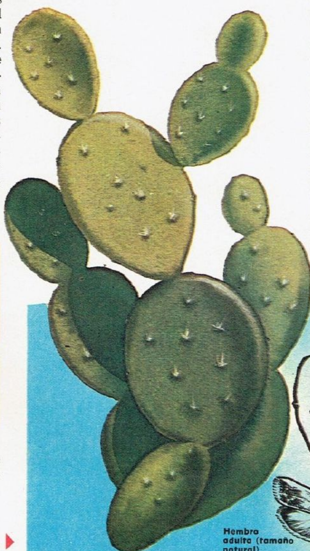
En la naturaleza, las plantas tienden a dispersarse al azar sobre áreas extensas. De ello resulta una distribución en mosaico. Los métodos agrícolas modernos concentran los cultivos en superficies bien definidas y en épocas determinadas. Cuanto más intensiva es la agricultura, mayores daños hacen los insectos y otras plagas, puesto que es más fácil para ellos encontrar el alimento, y son mejores las condiciones de reproducción. No solamente se cultivan las plantas de forma muy concentrada, sino que también sus productos se almacenan en grandes cantidades. Los silos contienen miles de kilos de grano, y los almacenes están llenos de harina y de otras sustancias alimenticias. Aparte de proporcionar a las plagas grandes cantidades de comida fácil de conseguir, el hombre fomenta también su difusión trasportándolas desde sus sitios naturales de origen a otro lugares por medio de camiones, barcos (especialmente los que llevan cargamentos comestibles), trenes, etc. Muchas cochinillas y microlepidópteros (polillas, por ejemplo), han llegado en tiempos relativamente recientes a Europa con las mercancías importadas.

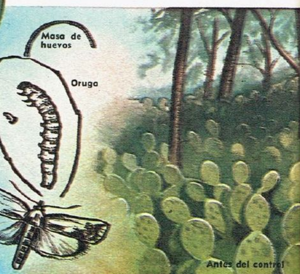
El control químico de las plagas se explicó en el *tomo IV, pág. 21,* en el artículo *Los insecticidas.* Otro sistema usado para la eliminación de las plagas animales y vegetales es el llamado *control biológico*, que consiste en el uso de los enemigos naturales de la plaga, para controlarla.

Quizá el primer éxito del control biológico en la lucha contra las plagas fue la exterminación casi completa de la gran cochinilla blanca, *Icerya purchasi*, que causaba perjuicios importantes en los naranjos de California. El insecto apareció allí incidentalmente acompañando a las acacias importadas de Australia. Su número alcanzó rápidamente las proporciones de una plaga. C. V. Riley hizo un estudio cuidadoso del insecto. Descubrió que en su país de origen tenía enemigos naturales que man-

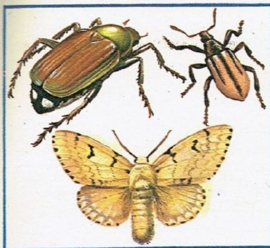


Muchos insectos son parásitos de otros. Esta oruga de una mariposa esfinge aparece cubierta por los capullos de una avispa parásita.





En Australia se ha detenido la expansión de la chumbera por medio de la polilla "Cactoblastis cactorum", cuyas orugas taladran los tallos de los cactos, debilitándolos.



El escarabajo japonés (arriba, a la izquierda) ha sido parcialmente controlado por un nemátodo. El gorgojo de la caña de azúcar (arriba, a la derecha) ha sido controlado en Hawaii por una mosca. En los Estados Unidos se están haciendo ensayos para controlar la "lagarta" ("Lymantria").

tenían su número. Sus actividades, en Australia, nunca alcanzaron las proporciones de una plaga. Varios de los enemigos naturales del insecto fueron enviados a los Estados Unidos y, en una serie de experimentos cuidadosamente controlados, las larvas de una mariquita, insecto coleóptero, limpiaron con éxito la plaga de un árbol atacado. Estos coleópteros carnívoros aumentaron rápidamente en número, extendiéndose en las plantaciones de naranjos. En pocos años, a partir de su introducción en 1889, se controló completamente la plaga y la economía se salvó del desastre que la amenazaba. Esta cochinilla ya no es una plaga importante en Estados Unidos, pero se sigue manteniendo una reserva de la mariquita importada de Australia, para atacar cualquier brote local. Hasta la fecha, tales medidas siempre han tenido éxito.

Este ejemplo particular de la aplicación del control biológico es casi perfecto. La prueba del primer enemigo de la plaga tuvo éxito como medio de control, y no hubo efectos nocivos subsiguientes porque el coleóptero no se trasformo a su vez en una plaga.

Antes de seguir comentando el éxito de este ejemplo, es interesante considerar las dificultades del científico, que se enfrenta con el problema de buscar el enemigo idóneo, para luchar con una plaga determinada. Hay varios ejemplos de control de las plagas que se introdujeron sin el cuidado necesario. En algunas zonas de Nueva York hubo una plaga de orugas que estaba acabando con las hojas de los árboles. Se introdujeron gorriones de Europa, que terminaron con las orugas. Pero los gorriones también son granívoros y compiten con otros pájaros por la comida. Acabaron convirtiéndose ellos mismos, a su vez, en una plaga, y llegaron a desplazar muchos pájaros americanos de sus residencias naturales.

Siempre se ha de tener presente la posibilidad de que el agente controlador llegue a ser él mismo una plaga, por lo que debe estudiarse con atención el *habitat* (residencia) y las costumbres de todo controlador propuesto.

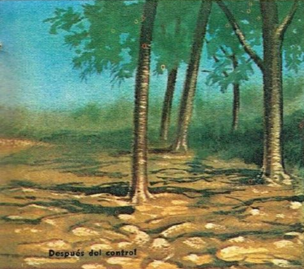
En una localidad nueva para él, el animal tiende a ampliar sus actividades. Puede elegir un nuevo alimento, que encuentra más apetecible. Incluso en su residencia natural, sus gustos cambian, especialmente cuando la agricultura se desarrolla. El escarabajo del Colorado (o de la patata) es un buen ejemplo para ilustrar la mutación de las preferencias alimenticias. Al principio, este coleóptero era inofensivo y se alimentaba de plantas silvestres, pero empezó a alimentarse con patatas cuando se difundió el cultivo de este tubérculo. Tanto las larvas como los adultos se robustecieron al cambiar de régimen y de localización, y parece que escaparon a los parásitos que antes los tenían reducidos a estrechos límites. El escarabajo del Colorado se extendió enormemente y, naturalmente, causó grandes daños al cultivo de la patata.

No se ha encontrado control biológico para este escarabajo. Normalmente se lo combate con productos químicos y también con la inspección cuidadosa de los productos importados. Las preferencias alimenticias de una plaga importada cambian si su comida habitual escasea o si encuentra otra comida más sabrosa. El cambio puede ponerla fuera del alcance de un animal usado como control, si éste no consigue adaptarse a las nuevas costumbres de la plaga. Por lo tanto, su introducción sería inútil.

Las medidas de control biológico se han aplicado con muchos insectos. Gran parte de éstos tiene un ciclo biológico que comprende varios estados, de los cuales la larva, o el adulto, puede ser el control (normalmente es la larva). Muy frecuentemente la larva y el adulto consumen diferentes alimentos, de tal forma que mientras en uno de los estados



La mariquita "Rodolia cardinalis" ha controlado eficazmente la gran cochinilla "Icerya purchasi", que era una plaga de los naranjos en California. Tanto los adultos como la larva son predadores.



Ya en los escritos más antiguos aparecen datos de los daños causados por la langosta. El control se hace, sobre todo, por procedimientos químicos, pero hay un hongo que proporciona un cierto grado de control natural. Se muestran varias langostas, muriendo a consecuencia del ataque de este hongo.





El escarabajo del pepino es atacado por un nematodo, y hay experimentos que prueban que puede ser controlado por éste.

(el de control) hace su trabajo, en el otro puede ser una plaga. Esto plantea otro problema, que viene a añadirse a los anteriores. Durante los estados de larva y adulto, el control debe encontrar alimento suficiente, y de la clase adecuada para satisfacer las necesidades del adulto y de la larva. Otro factor de importancia considerable que limita la aplicación del control biológico, es el clima. Si el control se introduce en un país más cálido, es posible que su ciclo biológico no se acelere en la misma medida que el ciclo del huésped (lo contrario también es cierto). Por lo tanto, tan pronto como los ciclos biológicos del huésped y del parásito estén desfasados, el último resulta ineficaz. Esta dificultad se soluciona, en parte, usando un parásito cuyo ciclo biológico se adapte al del huésped.

El éxito de la aplicación del control biológico en California animó a los biólogos a buscar insectos que pudiesen controlar las plagas de otros lugares. Algunos ensayos, en Fiji, han tenido un éxito notable. La polilla del cocotero ha sido controlada permanentemente y, posiblemente, será exterminada. La caña de azúcar, en Hawaii, estaba seriamente amenazada por un gorgojo cuya larva perforaba la caña. Se introdujo una especie de mosca que acabó rápidamente con las actividades del gorgojo. La gran cochinilla blanca, *Icerya purchasi*, ha sido también controlada con un escarabajo *(Rodolia cardinalis)*. En América Latina, el sapo gigante ha combatido con éxito el gusano blanco de la caña de azúcar.

Es significativo considerar que, en estos casos, se ha alcanzado el éxito en pequeños grupos de islas. El control biológico de las plagas no se ha conseguido en áreas muy extensas y abiertas. Tampoco ha tenido mucho éxito en las regiones frías.

El mejor ejemplo del control de plagas vegetales es la campaña contra los cactos; por ejemplo, contra la chumbera *(Opuntia)*. Esta planta crece naturalmente en América, pero se introdujo en Australia como planta ornamental. Hacia 1925 se había extendido tanto que cubría una superficie equivalente a la de Inglaterra.

Se ensayó el control con un gran número de insectos que viven sobre los cactos. Se pensó que una polilla minadora, *Cactoblactis cactorum*, nativa de la Argentina, sería apropiada. Rápidamente, las larvas destruyeron un gran número de plantas, perforándolas y debilitándolas. No sólo detuvo la expansión de las plantas, sino que, realmente, redujo el área invadida por la chumbera. Este ejemplo explica la complicación de las relaciones entre los animales y las plantas de una comunidad, y los grandes problemas que se plantean al escoger un agente controlador apropiado. La introducción de *Cactoblastis*, en África del Sur, para solucionar un problema similar, no dio resultados satisfactorios. Al estudiar el uso de un control biológico, hay que tener en cuenta los gastos que ocasiona. Idealmente, no debe ser más caro que los medios químicos, u otros procedimientos de lucha (a pesar de que, corrientemente, se usan a la vez dos o más métodos). Para combatir brotes locales de la plaga, es necesario mantener reservas preparadas del agente controlador. El equipo y el personal necesario son costosos, y el parásito —como es lógico— necesita comida. En un intento de resolver el último de estos problemas, se están haciendo ensayos con comida artificial.



En los trópicos se han usado distintas especies de peces para detener la expansión del paludismo. Se alimentan de las larvas y de las ninfas (estado larval) de los mosquitos adultos, que son portadores del paludismo.

Sin embargo, hay una especie de cochinilla que ha sido criada con éxito, alimentándola, así como a su larva, con la chinche del naranjo (que es controlada por la larva). La plaga, por el contrario, puede criarse con brotes de patata, que es un alimento económico.

En Inglaterra, el control biológico ha tenido un éxito limitado. La "mosca" blanca, una plaga corriente en los invernaderos del tomate, ha sido controlada en un cierto grado por *Encarsia formosa*, un pequeño himenóptero.

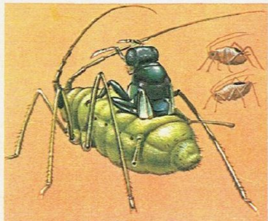
Hay datos de Italia sobre el control ejercido por un diminuto himenóptero, *Prospaltella berlesei*, sobre la cochinilla del moral, *Diaspis pentagona*. Así se ha salvado la industria de la seda en Italia.

Los Estados Unidos, indudablemente, sufren más daños por plagas, especialmente de insectos, que la mayoría de los países. Se han aclimatado casi cien especies de insectos introducidos en los Estados Unidos como controles. Muchos son oriundos de Europa y controlan diversas plagas forestales, como la lagarta *(Lymantria)*, el barreno europeo del maíz y ciertas cochinillas.

Aparte de los insectos y el sapo citados, se han empleado como controles biológicos bacterias, hongos, virus, protozoos y nemátodos. No se ha logrado mucho éxito con las bacterias, pero los experimentos recientes son más optimistas. Hay un ejemplo de empleo afortunado de hongos, en Canadá. Un insecto chupador del manzano se ha controlado por el hongo *Entomophthora sphaerosperma*. También se han obtenido resultados satisfactorios en Florida, suprimiendo varias cochinillas por la pulverización de árboles enfermos con esporas de hongos de cabeza roja y de cabeza blanca.

Se ha conseguido un cierto éxito controlando el escarabajo japonés con un nematodo. Éste puede destruir, en algunas zonas, gran número de larvas del escarabajo.

Es muy difícil juzgar acerca del resultado del control biológico en algunos casos. Incluso cuando se reduce el número de individuos de una plaga es posible que intervengan otros factores naturales en la reducción, además del control biológico. Sin embargo hay pruebas que en muchos casos ha sido de gran utilidad, y puede desempeñar un papel importante en el control de las plagas, simultáneamente con el uso de otros medios de lucha (por ejemplo, plaguicidas).



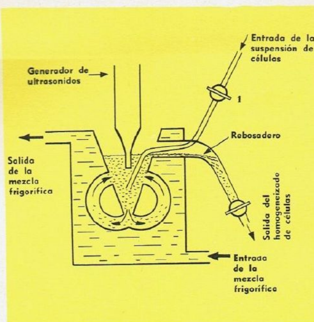
Muchos insectos son parásitos naturales de otros. El dibujo muestra el adulto de un calcídido emergiendo de una ninfa de afídido.

FABRIL 31-7-64

NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

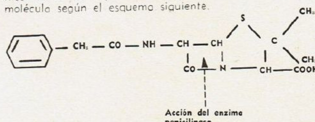
LOS ULTRASONIDOS EN BIOQUÍMICA

Los ultrasonidos tienen en el campo de la bioquímica una doble aplicación. En primer lugar, se utilizan como agentes esterilizantes de microorganismos en ciertos caldos o medios de cultivo. Así, por ejemplo, se han realizado ensayos satisfactorios para interrumpir la fermentación del vino en un momento determinado. Como los lectores saben, una suspensión de microorganismos, que se somete a la acción de los ultrasonidos, experimenta una serie de fenómenos que conducen al lisado de los gérmenes.
En segundo lugar, y quizá sea ésta su aplicación más importante, los ultrasonidos sirven para liberar materiales biológicos del interior de células, ya sean éstas bacterias, levaduras, hongos, etc., en suspensión o, simplemente, de homogeneizados de tejidos animales.
Dichos materiales biológicos tienen gran importancia tanto para la investigación bioquímica como para ciertas industrias. Entre ellos se destacan las **enzimas,** esas moléculas proteicas que constituyen los catalizadores biológicos, es decir, sustancias que aceleran o retardan las reacciones químicas que tienen lugar en los ciclos metabólicos de los organismos en general.
Así, por ejemplo, de las levaduras de malta se obtiene la enzima **amilasa**, que desdobla los hidratos de carbono a dextrinas y glucosa, y que, por tanto, tiene gran aplicación en la elaboración de especialidades farmacéuticas para corregir ciertos trastornos digestivos.
Otras muchas enzimas (penicilinasa, celulasa, ciertas proteasas, sacarosa, etc.) se obtienen de microorganismos, como **E. coli, A. oryzae,** etc. En el esquema se muestra un dispositivo continuo para lisar bacterias por ultrasonidos. Por medio de la llave 1 se puede regular la entrada de la suspensión de células y, por tanto, también la salida, que se verifica por una abertura de descarga. A menor velocidad de entrada, más tiempo de permanencia en el recipiente, recurso que a veces es muy útil, ya que las diversas clases de microorganismos se destruyen a tiempos distintos. Una suspensión de E. coli al 10 %, por ejemplo, necesita unos 10 minutos de tratamiento para que se libere la mayoría de estas bacterias.
El dispositivo está provisto de un recipiente termostatizado, para mantener bajo (próxima a 0°) la temperatura de la suspensión celular, ya que las sustancias biológicas que se obtienen suelen ser muy fácil de trasformase al calor.

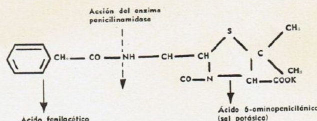


LAS PENICILINAS SEMISINTÉTICAS

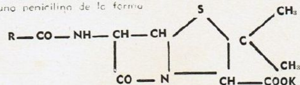
El descubrimiento de la penicilina por Fleming y Florey supuso un avance extraordinario en la lucha contra las enfermedades infecciosas que hasta entonces sólo se podían combatir con las sulfamidas, de tolerancia mediana y eficacia discutible.
A partir de entonces se inició el campo de los antibióticos, productos que, hablando en términos generales, han logrado vencer la plaga de las enfermedades infecciosas.
Sin embargo, los propios gérmenes productores de las enfermedades han ido desarrollando una cierta aptitud para anular el efecto de los antibióticos, dando lugar a un fenómeno llamado resistencia. La adquisición de esta aptitud se ha conseguido por selección natural de los microorganismos dotados para inactivar el antibiótico. Lo logran merced a unas enzimas (catalizadores biológicos) que escinden la molécula del antibiótico por algún sitio clave. Los productos que resultan de la escisión no tienen propiedades antibióticas.
Para el caso concreto de la penicilina, estos microorganismos resistentes disponen de la **penicilinasa,** que rompe la molécula según el esquema siguiente.



Sin embargo, la bioquímica ha permitido una solución enzimática a este problema enzimático. Las enzimas son catalizadores muy específicos, es decir, si el substrato sobre el que actúan (en este caso la penicilina) se modifica, aunque sólo sea parcialmente, no pueden catalizar su hidrólisis. Los bioquímicos han localizado en la molécula de penicilina la parte que es esencial para que continúe ejerciendo su acción antibiótica, y han modificado la otra para que la penicilinasa se encuentre después con una "comida indigerible". Para ello han buscado otra enzima en diversos microorganismos, la **penicilinamidasa**, que rompe la molécula de penicilina por un lugar "no vital", según esta reacción:



A continuación, por síntesis química, han sustituido el ácido fenilacético por otros radicales químicos (que representamos, en general, por R) y, por último, han obtenido una penicilina de la forma



Esta nueva penicilina modificada no es atacable por la penicilinasa de los microorganismos patógenos, y, en consecuencia, ejerce su acción antibiótica perfectamente.
La denominan penicilina semisintética porque su obtención se realiza, en parte, por síntesis química.

CORREO DE LECTORES

INSECTICIDAS

A. M. P. ¿Qué diferencia hay entre el HCH y el lindane?
El HCH es un insecticida o, mejor dicho, las siglas de un insecticida, denominado químicamente hexaclorociclohexano, al que los ingleses llaman, también, BHC o bencenohexacloruro. En la preparación industrial de este producto se obtiene una serie de isómeros, que tienen todos la misma fórmula química, aun cuando la posición espacial de los radicales cloro en la molécula no es idéntica para todos ellos y, en consecuencia, sus propiedades biológicas (en este caso toxicológicas) tampoco lo son.
De los isómeros, los más importantes, por el porcentaje que de ellos se obtiene, son los α, β y γ. Sin embargo



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere

aunque todos tienen algún poder insecticida, se destaca en este aspecto el isómero γ, al que se llama lindane.
Por lo tanto, el HCH es el producto técnico completo, y lindane, su isómero activo toxicológicamente.
Debido a su menor precio, aun cuando lleva isómeros inactivos, el HCH se utiliza mucho, especialmente en Agricultura, dado que el nuevo paso en el proceso de obtención, que supone la separación y cristalización de los isómeros, encarece desproporcionadamente el producto. Sólo cuando se precisan insecticidas puros, como en la desinsectación doméstica y sanitaria, se recurre al lindane.

ERROR EN EL ENDURECIMIENTO DEL AGUA

C. D. Z. L. "El yeso no es carbonato de calcio, sino sulfato de calcio". Efectivamente, el yeso es sulfato de calcio y no carbonato de calcio, como erróneamente se indicó en el artículo sobre endurecimiento del agua. La reacción que acompaña: $SO_4 Ca + CO_3 Na_2 = CO_3 Ca + SO_4 Na_2$ es correcta, con la salvedad de que el $CO_3 Ca$ (carbonato de calcio) no es yeso, sino caliza.
Agradecemos a nuestros corresponsales el sentido crítico con que leen los artículos de TECNIRAMA. Ello demuestra el interés que prestan a esta revista.

LA TERAPÉUTICA DE LA TUBERCULOSIS

J. M. Orellana. Tengo interés en saber hasta qué punto las drogas que actualmente se usan para combatir la tuberculosis son efectivas.

Bajo condiciones favorables, el tratamiento de la tuberculosis con drogas antibacterianas constituye un éxito notable y proporciona resultados evidentemente mejores que los conseguidos con los métodos tradicionales de reposo, aire libre, buena alimentación, etc. Las nuevas drogas presentan una ventaja adicional, que consiste en interferir el proceso de reproducción de las bacterias, por lo que si un número elevado de enfermos de tuberculosis fuesen tratados con ellas, las esperanzas de controlar e incluso hacer desaparecer este mal podrían convertirse en realidad.
En la práctica, si la enfermedad se descubre a tiempo, el tratamiento puede durar tan sólo de 5 a 10 días, mientras que en otros casos se hace necesario un tratamiento de uno a dos años, e incluso períodos más largos.
La isoniazida es, indudablemente, la más importante de las drogas utilizadas en el tratamiento de la tuberculosis. Combina una alta actividad antibacteriana con una toxicidad relativamente baja. Este producto resulta barato, porque es una sustancia sintética con una estructura bastante sencilla. Presenta una única desventaja: los bacilos resisten su acción con cierta facilidad. Esto puede remediarse administrando al paciente estreptomicina o ácido para-amino-salicílico (PAS) conjuntamente, que evitan el crecimiento de bacilos con mutaciones resistentes. En la actualidad, se desarrollan estudios de investigación dirigidos a encontrar los medicamentos que hagan óptimas las condiciones de eficacia, toxicidad y costo.

LA CUESTIÓN DE LOS CANALES DE MARTE

F. Ruiz Escolar. ¿Qué hay de cierto en la hipótesis de que los canales marcianos son obra de seres inteligentes?

Sentimos no poder darle una contestación definitiva. En su lugar, le expondremos el desarrollo de la cuestión. En 1877, el astrónomo milanés G. Schiaparelli, observó en el planeta Marte los llamados canales, unas líneas de color gris claro situadas entre las regiones más oscuras. Dichos canales, de dirección generalmente rectilínea, atrajeron en seguida la atención general, y como en la superficie de Marte existen condiciones relativamente análogas a las de la Tierra, la opinión pública se mostró dispuesta a considerar tales canales como obra de seres inteligentes máxime cuando, en condiciones favorables, se llegaron a observar canales dobles. Así, se llegó a decir que los habitantes de Marte poseían, técnica y racionalmente, una cultura superior a la nuestra, dado que eran capaces de llevar a cabo tamañas obras de ingeniería. La discusión sobre los canales de Marte no ha concluido todavía: para unos, existen realmente, aunque no del modo que creen los profanos; y según otros, son ilusiones ópticas.

Y PARA CONCLUIR...

LA EDUCACIÓN MÉDICA EN PADUA EN EL AÑO 1260

En la primavera del año 1260, la Universidad de Padua, como venía haciendo desde cuarenta años atrás, abrió sus puertas a los aspirantes a estudiantes de medicina que habían aprobado los cursos de la escuela secundaria.
El programa de estudios del curso abarcaba el **trivium** (gramática, retórica y dialéctica) y el **cuadrivium** (aritmética, geometría, astronomía y música). Todos estos temas constituían las siete artes liberales. La lengua oficial era el latín. La medicina era considerada como una rama de la filosofía y se componía casi enteramente de lecturas de los libros de autores tales como Galeno, Hipócrates, Avicena y Rhazes (que vivieron en siglos anteriores), junto con lecturas de otros libros sobre prácticas médicas usuales de autores más modernos.
La anatomía no estaba aún cultivada. El texto único sobre estos temas no se publicó hasta 100 años después (1316), aunque probablemente se podía disponer de su material en forma de manuscrito. Tanto los cursos como los libros de texto se fijaban mediante Bulas papales. Para graduarse era necesario defender cuatro tesis: una de Aristóteles, una de Hipócrates, una de Galeno y una de un autor moderno. El candidato que superaba con éxito sus pruebas conseguía el Doctorado en Medicina y Filosofía, y se le reconocía como miembro de una profesión docente y hombre educado.

LOS COCODRILOS

Las formas actuales se dividen en dos grupos naturales: 1º) Los **longirrostros**, de hocico largo y dentición homodonta; los ejemplares más característicos son: el **Gavialis gangetique** (gavial), de tamaño grande y figura esbelta, hocico largo paralelo; vive en los ríos de las Indias orientales, y el **Tomistoma schlegi**, de Borneo, Java y Sumatra. 2º) Los **brevirrostros** de hocico corto y dentición heterodonta. Ejemplos: el cocodrilo de África (**Cocodrilus culóticus**), con los dientes fuertes y desiguales, los anteriores de la mandíbula inferior encajan al cerrar las fauces en unos hoyuelos de la mandíbula superior; vive en el Nilo y afluentes (fue venerado por los antiguos egipcios) y también en las aguas salobres del África ecuatorial y tropical. El cocodrilo americano (**Cocodrilus americanus**), vive en las regiones cálidas continentales y en las Antillas. El cocodrilo negro (**Mecistops cataphractus**), se encuentra en el África occidental, especialmente en el Senegal. El caimán de Norteamérica (**Alligator lucius**), con la cabeza más estrecha en la parte anterior, el rostro algo levantado y redondo en la extremidad; mide unos siete metros de largo y vive en el Misisipi y en los lagos y marismas de los Estados Unidos. El caimán sudamericano (**Alligator sclerops**), de cabeza redonda y rostro plano; tiene una arista trasversal en la frente y otra longitudinal en los ojos; su dorso es negro con bandas amarillas trasversales. Mide 4 ó 5 m. y vive, principalmente, en Brasil y Paraguay.

FRASE DE LA SEMANA

Dijo Pascal: "¿De dónde viene que un hombre cojo no nos cause irritación, y en cambio nos irrite un espíritu cojo? Pues es debido a que el hombre cojo reconoce que nosotros andamos bien y que el espíritu cojo dice que somos nosotros los que cojeamos. Si no fuera por esto, sentiríamos piedad en vez de cólera."

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	35.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	3.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos	1.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4,50
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

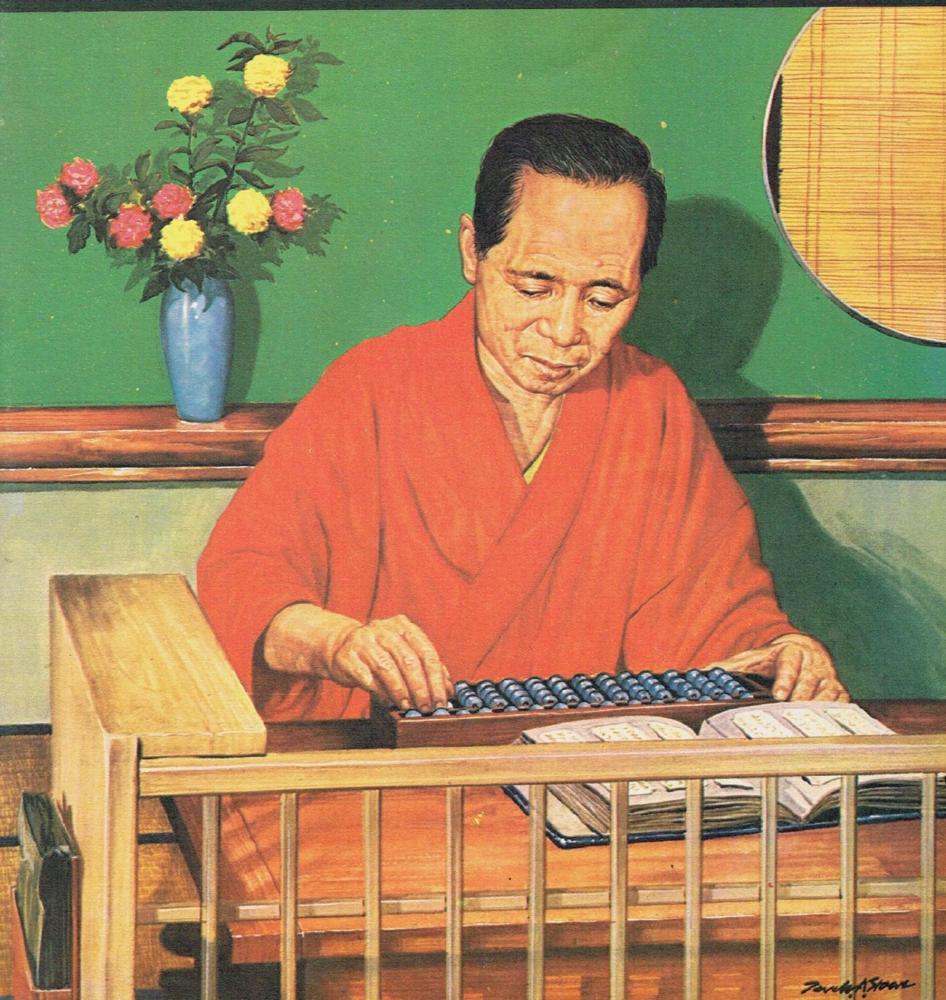
Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 28 de setiembre de 1964.

Nº 51

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO:
Dr. Lamberto BERARDI (Catedrático de la Escuela Normal de Profesores de Buenos Aires), el ábaco. Prof. Frank J. BLATT (Universidad de Michigan), resistencias en serie y en paralelo. J. BRONOWSKI (Director del Nat. Coal Board, U. K.), Benjamín Franklin. Dr. William J. CLENCH (Div. Moluscos, Museo de Zoología de la Universidad de Harvard), estructura de los animales. Adrianus J. DEKKER (Prof. de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Minnesota), electroscopio de láminas de oro. Dr. Samuel EDDY (Dep. Zoología de la Universidad de Minnesota), la estructura de los animales. Robert C. ELDERFIELD (Prof. de Química de la Universidad de Michigan), las ecuaciones químicas. J. SUTHERLAND (Prof. de Matemáticas de la Universidad de Michigan), el ábaco. Harvey FLETCHER (Prof. de Física de la Universidad de Brigham), efecto Döppler: cuando la luz cambia de color. Prof. G. GAYLORD SIMPSON (Universidad de Yale), reproducción de la célula.

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada uno, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicada en Argentina por
EDITORIAL CODEX S.A.
BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO I
TOMO IV
Nº 51

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores:
ARGENTINA: Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana, Carrera 7ª Nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S.A., Santo Domingo 1175, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela DC. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPLUBEX), Dir. responsable Marcial Frigclet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S.A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** C. A. Venezolana de Publicaciones, Principal a Santa Capilla 4, Caracas.

TEMA DE LA CUBIERTA:

EL ÁBACO. — Contable japonés, auxiliándose del ábaco "soroban" para sus cálculos.

Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



NOTICIAS DE HOY

Lo que se puede extraer del mar. — En la sangre de **Phallusia mamillata** es posible encontrar un millón de veces más cantidad de vanadio que en el mismo volumen del agua que le rodea. En una proporción algo menor, el pulpo concentra cobre en su sangre. El profesor E. Bayer, de la Universidad de Tübingen (Alemania), que desde muy joven viene estudiando estos problemas, aisló de la sangre del pulpo un compuesto químico denominado **hemocianina,** que tiene una estructura molecular en la que un átomo de cobre ajusta perfectamente como una llave en su cerradura. El profesor Bayer, fundándose en esta idea básica, se dedicó entonces a la búsqueda de "agentes quelantes" (denominación actual de este tipo de compuestos) y logró encontrar varios de ellos, cuya eficacia y selectividad han sido satisfactoriamente comprobadas. En efecto, una pequeña cantidad de uno de estos compuestos, capaces de formar quelatos con el oro, fue utilizada para extraer los 1,4 microgramos de este metal que existe en cada 100 litros de agua del mar de la bahía de Nápoles. La utilización de este método con fines eminentemente prácticos requeriría, simplemente, según el profesor Bayer, un sistema de flujo continuo y el empleo de aguas de un contenido aurífero algo mayor.

Lubricantes para condiciones extremas. — En los laboratorios de investigación de la Westinghouse (EE. UU.), ha sido puesto a punto un nuevo sistema de lubricación para máquinas que han de funcionar en alto vacío y a temperaturas extremadamente bajas. Según este nuevo sistema, que será utilizado especialmente en vuelos espaciales, partículas microscópicas del lubricante sólido se incrustan sobre las partes móviles de las máquinas en cuestión. El lubricante empleado es seleniuro de wolframio sólido, sustancia que se trasfiere en forma continua a las superficies metálicas, sin que el frío ejerza en el mismo ningún efecto. Cualquier lubricante líquido que se empleara a las bajas temperaturas existentes más allá de la atmósfera, se solidificaría e impediría el deslizamiento de las partes móviles, en vez de facilitarlo.



NOTICIAS DE MAÑANA

Vacuna contra la esclerosis. — No siempre la esclerosis múltiple puede ser provocada experimentalmente en animales con fines de estudio. Sí es posible provocar una inflamación cerebral, conocida con el nombre de **encefalomielitis alérgica,** que parece estar muy relacionada con aquélla. Recientemente, ha sido publicado un trabajo en el que se describe la utilización de una sustancia proteínica para detener el proceso inflamatorio del cerebro. Aunque todavía es apresurado pensar en la aplicación de esta sustancia como medio directo de combatir la esclerosis múltiple, este descubrimiento es acogido con gran satisfacción en los medios científicos, porque puede constituir un punto de partida en la confección de una vacuna contra dicho mal.

Observatorios espaciales. — Todos los observatorios astronómicos del futuro estarán montados a cientos de kilómetros por encima de la superficie terrestre, con objeto de suprimir los efectos perturbadores de nuestra atmósfera. Los satélites Tiros, Mariner y OSO (Orbiting Solar Observatory) han proporcionado ya información acerca del sistema solar, que no hubiera podido ser obtenida desde la superficie de nuestro planeta.
Dentro de los proyectos que se están preparando, con el objetivo final de poner un hombre en la Luna o en Marte, se encuentra una amplia variedad de programas dirigidos al diseño y desarrollo de observatorios espaciales, que han de contribuir a un mejor conocimiento de la Tierra, su atmósfera, sus campos magnético y gravitatorio, y su relación con otros cuerpos celestes.
Entre estos satélites-observatorios se encuentran el Observatorio Geofísico Orbital (OGO), el Observatorio Astronómico Orbital (OAO), el Observatorio Solar Orbital (OSO), los Ranger y los Mariner. Cada uno de ellos será utilizado con fines especiales, y la información conjunta de todos permitirá allanar el camino del primer astronauta humano que consiga llegar a la Luna o a Marte.

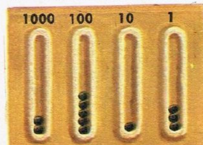
EL ÁBACO



Asirio realizando una operación en la arena.

El bastidor de cuentas o ábaco constituye el ingenio de calcular más antiguo que se conoce. En los países occidentales sólo se encuentra en el cuarto de los niños, para ayudarles a aprender a sumar o a restar. Sin embargo, en muchos países de Oriente su uso se halla muy extendido. El ábaco de Arabia es idéntico al *tschoty* ruso. En China se le denomina *suanpan*, y en Japón, *soroban*. Todos ellos proceden del que utilizaban los romanos, los griegos e incluso los antiguos asirios. En aquellos tiempos, el hombre no disponía de símbolos adecuados para caracterizar los números (como los arábigos 1, 2, 3, etc.). En algunos sistemas numéricos, los números estaban agrupados en decenas, como ocurre en el nuestro (decimal).

Otros eran más imperfectos y los agrupaban en conjuntos de cinco, de veinte y de sesenta. Esto hace la suma y la resta muy difíciles, y la multiplicación y la



Los asirios sumaban con piedras, que disponían en surcos de la arena. Cada surco contenía diez piedras. Cuando se completaba un surco, sacaban las diez piedras de él y ponían una en el surco de la izquierda.

división prácticamente imposibles. Como no existían números adecuados, tampoco había reglas convenientes para manejarlos.

Si el hombre contaba con los dedos, se paraba cuando llegaba a 10. Si se juntaban dos hombres para contar, podían sumar hasta 100; uno de ellos se ocupaba de los dígitos de uno a diez, y el otro de las decenas de 10 a 100. La consecuencia lógica de esto fue que el hombre empezó a calcular con cuentas, de las que podía utilizar cuantas quisiese, en vez de con los dedos. Las cuentas o piedras se dejaban en surcos hechos en la arena. Uno de ellos se destinaba a las unidades, el siguiente a las decenas, el tercero para las centenas, y así sucesivamente. Cuando se completaba una columna, se sacaban las diez cuentas que la formaban y se añadía una al surco de la izquierda, en donde equivalía a 10 del surco anterior.

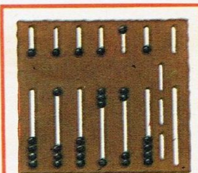
Un examen más riguroso de este sistema muestra que se corresponde estrechamente con el método de símbolos utilizado hoy.

El ábaco evolucionó de las bolillas en la arena al bastidor de rodillos y cuentas. Los griegos y los romanos se servían de una notación numeral incómoda y utilizaban los ábacos con frecuencia. De hecho, el ábaco cobró importancia en aquellas civilizaciones cuyos símbolos hacían difícil el cálculo. Como su uso resultaba cómodo se abandonó la búsqueda de una nueva y mejor notación.

Hace tres siglos que el ábaco fue introducido en el Japón. Numerosos matemáticos lo hicieron objeto de sus estudios, y, como consecuencia de ellos, el instrumento experimentó modificaciones en su forma y en el método operativo.

En lugar de 10 cuentas en cada guía los ábacos modernos sólo tienen cinco. Las guías se dividen en dos partes, una de ellas contiene una sola cuenta y la otra, cuatro. Los dígitos uno, dos, tres y cuatro se señalan colocando las cuentas junto a la parte de madera que separa a las dos guías; el cinco, poniendo una cuenta de la guía más corta junto a la madera central del ábaco y moviendo las otras cuatro de la guía mayor en dirección al borde del tablero. En estas condiciones, los números seis, siete, ocho y nueve se marcan acercando sucesivas cuentas a la parte central. Para el diez se retiran todas las cuentas hacia el borde exterior del bastidor y se pone en posición una de las cuentas inferiores de la próxima columna de la izquierda.

El ábaco puede tener 13, 17, 21, 27 ó 31 guías de alambre o rodillos. Esta gran cantidad de guías sólo se usa cuando hay que sumar o restar números muy elevados. Por otra parte, para los procesos más complicados, como multiplicar y dividir, se utilizan las partes del ábaco de forma distinta. De hecho, los números no se empiezan a poner en el borde del lado derecho del ábaco, sino cerca de la mitad. Cada cuatro guías se marca con un punto, llamado *punto unidad*. El que opera con el ábaco empieza su cálculo poniendo su unidad en una guía cualquiera, frecuentemente cerca del centro, para lo cual señala adecuadamente el punto unidad. A la izquierda de esta guía se encuentra el rodillo de las decenas, después el de las



El ábaco floreció en aquellos lugares donde la complejidad del sistema numérico hacía el cálculo muy difícil. Piénsese que esta simple suma

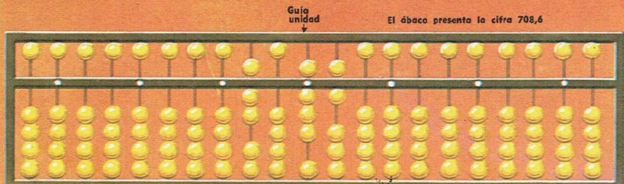
$$\begin{array}{r} 37 \\ +\ 59 \\ \hline 96 \end{array}$$

en números romanos se representa así:

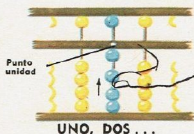
$$\begin{array}{r} \text{XXXVII} \\ +\ \ \text{LIX} \\ \hline ???\end{array}$$

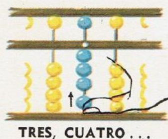
Si se intenta sumar columna por columna, como se hace con los números arábigos, se comprueba que no existen reglas para ello. Las dificultades son incluso mayores para la multiplicación y la división.

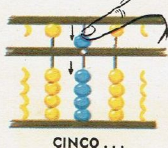
centenas, y así sucesivamente. La guía más cercana a la parte derecha de las unidades lleva las cuentas que representan las décimas, y la siguiente las centésimas. De esta forma, el ábaco puede ser utilizado para sumar y restar decimales.
Para sumar con el ábaco se disponen las cuentas en las posiciones que representan el primer número. Supongamos que es el 467. Para sumar cualquier número a éste, se opera de izquierda a derecha (no de derecha a izquierda, como se hace en los cálculos normales), empezando por la guía de las centenas, y continuando hacia atrás hasta alcanzar la guía de las unidades.



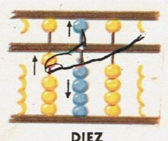
En vez de realizar la suma sobre un trozo de papel, el operador del ábaco japonés lo hace mediante una serie de operaciones o manipulaciones con cuentas sobre un bastidor de guías. En lugar de escribir un número, lo representa mediante la disposición de las cuentas.
Los matemáticos japoneses han estudiado intensivamente el ábaco: los métodos que ellos recomiendan para operar con números se parecen mucho a los pasos lógicos que se utilizan en el laborioso trabajo del cálculo por escrito. Algunos operadores de ábaco muy experimentados pueden calcular sin utilizar el bastidor, ya que visualizan el problema con una serie de movimientos en un ábaco imaginario.





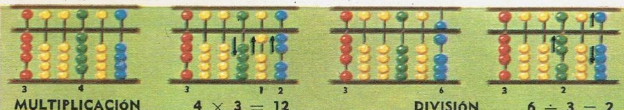






Cómo se cuenta hasta diez en el ábaco.

Cuando se quiere sumar, por ejemplo, 778 a 467, se suma primero el 4 y el 7, pasando hacia abajo, en la guía de las centenas, tres de las cuatro cuentas, al tiempo que se coloca arriba otra en la guía de las unidades de millar. El ábaco señala ahora un total de 1.167. A continuación, se suma el 7 y el 6 en la guía de las decenas. Para señalar el resultado, 13, se pone arriba la cuenta del 5, al tiempo que se pasan hacia abajo otras dos cuentas, de tal forma que el total en la guía de las decenas sea 3. Entonces se pasa hacia arriba otra cuenta en la guía de las centenas. En el ábaco se lee un total de 1.237.
Por último, el ocho se suma al siete en la guía de las unidades, obteniéndose 15. Se retiran dos cuentas del borde exterior de la guía de las unidades y se sube otra en la guía de las decenas, para unirla a las tres que ya existían allí. Con ello se obtiene el total definitivo, que es de 1.245.
La resta se realiza de forma similar. Si, por ejemplo, se quiere restar 359 de 867, habrán de colocarse primero las cuentas de forma que representen 867. A continuación, como en la suma, se empieza con las centenas. Se resta 3 de 8, dejando la cuenta del 5 sola en la guía de las centenas. En la de las decenas, se resta 5 de 6, dejando una sola cuenta. En este momento el ábaco señala un total de 517.
El que hace la operación se da cuenta de que no puede restar 9 de 7 en la guía de las unidades. Entonces se "apropia" de 10 cuentas procedentes de la guía de las decenas, poniendo la cuenta sobrante en la parte inferior de la última, y resta 9 de 17, obteniendo 8. Pasa una cuenta más a la parte superior de la guía de las unidades, obteniendo un total definitivo de 508.
Pudiera parecer que el uso del bastidor de cuentas se limita a las operaciones de suma y resta. Pero esto no es así. Se puede utilizar con gran eficacia para realizar grandes multiplicaciones y divisiones, y existen métodos para llevar a cabo operaciones más complicadas, tales como raíces cuadradas.
Cuando queremos realizar una división o una multiplicación considerable, la dividimos generalmente en una serie de pequeñas sumas que se pueden resolver mentalmente. Un examen más detenido de los métodos del ábaco para resolver divisiones y multiplicaciones extensas muestra que las realiza en pasos sucesivos, de forma análoga a como ocurre en nuestro método gráfico. Pero resulta mucho más rápido trasladar una cuenta a lo largo de un alambre que escribir un signo. Se han conocido operadores de ábaco tan diestros que han conseguido derrotar, en ocasiones, a operadores de máquinas de cálculo eléctricas; son, desde luego, mucho más rápidos que un hombre que no se ayude con ningún ingenio.
La desventaja de los ábacos radica en que no se pueden conservar las sucesivas operaciones. Y así, si se comete una falta hay que repetir todo el cálculo de nuevo.
Otra de sus desventajas consiste en que durante años ha retrasado el pensamiento matemático. En vez de pensar a qué obedecían las manipulaciones, se entrenaban en realizarlas mecánicamente.
Sin embargo, se ha demostrado que, para fines comerciales, el ábaco es una máquina de calcular eficaz, económica y rápida. Se necesita, desde luego, práctica, y varios años de entrenamiento intensivo para que un operador de ábaco pueda rivalizar con una máquina de sumar. Pero para el pequeño hombre de negocios de una tienda japonesa, el ábaco es parte indispensable de su trabajo. Para calcular el costo de varios artículos no se preocupa de la aritmética mental. Incluso cuando el problema es lo suficientemente simple como para resolverlo de memoria se sirve del ábaco.



MULTIPLICACIÓN $4 \times 3 = 12$ **DIVISIÓN** $6 \div 3 = 2$

Para multiplicar y dividir, el operador de ábaco realiza los cálculos simples de un dígito (tales como 4 × 3, ó 6 : 3) mentalmente y dispone las cuentas de forma que representen la respuesta. Estos esquemas muestran cómo inicia la organización del ábaco, poniendo las diferentes partes del problema sobre guías distintas, y cómo fracciona un problema complicado en operaciones sucesivas análogas a éstas.

RESISTENCIAS EN SERIE Y EN PARALELO

La corriente que circula por un circuito depende del voltaje aplicado (suministrado por una batería o a través de un interruptor de la red) y de la resistencia que el circuito ofrece al paso de los electrones. Corriente, voltaje y resistencia están ligadas por tres expresiones que, normalmente, se denominan *Ley de Ohm:*

$$I = V/R \qquad V = I \times R \qquad R = V/I$$

en donde I es la corriente en amperios, V el voltaje y R la resistencia en ohmios.

Si una lámpara, cuyo filamento tiene una resistencia de 6 ohmios, se conecta a una batería de 12 voltios, ¿qué corriente circula?

La ecuación I = V/R da de inmediato la solución, puesto que I = 12 voltios/6 ohmios = 2 amperios. Si se añade al circuito una lámpara exactamente igual a la anterior, de tal forma que la corriente tenga que pasar por las dos, ¿cuál es, en este caso, la corriente? El voltaje de la batería no puede cambiar, es decir, V = 12 voltios. Sin embargo, la resistencia se ha doblado. Las lámparas, unidas en serie (como se llama a esta conexión), equivalen a una sola con un filamento de longitud doble; es decir, R = 12 ohmios. Poniendo estos valores en la ecuación I = V/R, se obtiene I = 12 voltios/12 ohmios = 1 amperio. En otras palabras, la corriente ha sido reducida a la mitad y la lámpara ilumina más débilmente.

El mismo par de lámparas se puede conectar en paralelo, es decir, polo con polo; la corriente se divide entre ellas: una parte circula a través de la primera lámpara y el resto por la segunda. Con este sistema de conexión se observa que ambas lámparas brillan con la misma intensidad que en la experiencia realizada con una sola lámpara. La corriente circula por la lámpara del primer experimento con una intensidad de 2 amperios; entonces se deduce que la corriente que circula por cada una de las lámparas de la última experiencia es también de 2 amperios. La corriente total en esta conexión en paralelo es 4 amperios; la batería sigue suministrando 12 voltios. Sustituyendo estos valores en la ecuación R = V/I, se averigua que la resistencia total del circuito es 12 voltios/4 amperios = 3 ohmios.

Puede sorprender el hecho de que dos lámparas juntas presentan una resistencia más pequeña que una sola lámpara. Sin embargo, las dos lámparas en paralelo equivalen a una sola con un filamento de espesor doble, y el espesor de un filamento es de importancia para la resistencia, ya que la corriente pasa más fácilmente por un conductor grueso que por otro delgado.

La resistencia total de una serie de lámparas, o de otros componentes conectados en serie, se calcula sumando las resistencias individuales de cada uno de ellos. Si las resistencias de los diversos componentes conectados en serie son r_1, r_2, r_3, etc., la resistencia total R se calcula con la fórmula:

$$R = r_1 + r_2 + r_3 +$$

La resistencia real de una serie de componentes conectados en paralelo se calcula con la fórmula:

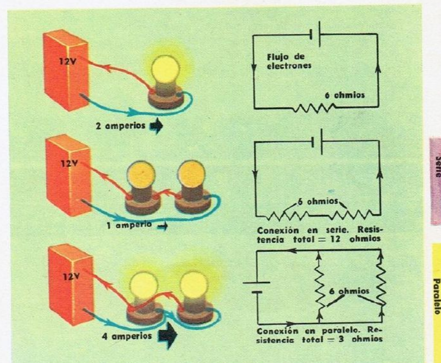
$$1/R = 1/r_1 + 1/r_2 + 1/r_3 +$$

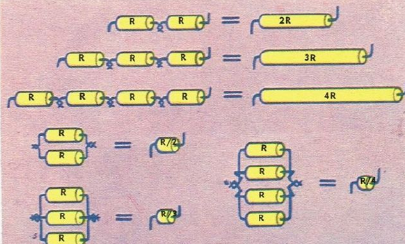
donde R es la resistencia real de todo el circuito y r_1, r_2, r_3, etc., son las resistencias de cada uno de los componentes por separado. En la última experiencia descrita, en la que se conectaban dos lámparas en paralelo, la resistencia de cada una de ellas era de 6 ohmios. Sustituyendo estos valores en la fórmula adecuada, se obtiene:

$$1/R = 1/r_1 + 1/r_2 = 1/6 + 1/6 = 2/6 = 1/3$$

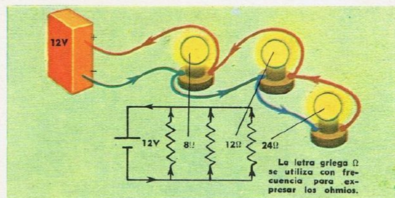
Entonces 1/R = 1/3 y R = 3. La resistencia real de las dos lámparas es de 3 ohmios, la misma que se había indicado en la experiencia.

Las lámparas se conectan casi siempre en paralelo por dos razones. En primer lugar, cada lámpara puede ser provista de un interruptor para que pueda ser encendida o apagada a voluntad, sin que ello afecte a las otras lámparas. Si las lámparas están conectadas en serie y una de ellas se funde, o se desconecta, todo el circuito se interrumpe y todas las lámparas se apagan. En segundo lugar, las lámparas conectadas en paralelo presentan una resistencia total, o real, más pequeña que el mismo número de lámparas conectadas en serie.





Cuando las resistencias se unen en serie, su valor en conjunto es superior al de cualquier resistencia individual. Cuando se unen en paralelo, su valor en conjunto es inferior al de cualquier resistencia por separado.



La corriente total de un circuito en paralelo es igual a la suma de las corrientes que circulan a través de cada lámpara, es decir, $I = V/R = 12/R = 12/8 + 12/12 + 12/24$, de aquí que $1/R = 1/8 + 1/12 + 1/24$ es la resistencia combinada de las lámparas.

Cuando los componentes están conectados en paralelo, se aplica el mismo voltaje a cada uno de ellos. En un circuito simple, que se compone de varias lámparas conectadas en paralelo y una batería que les proporciona la corriente, cada lámpara está unida directamente a los terminales de la batería. Si se utiliza una batería de 12 voltios, entonces el voltaje aplicado a cada lámpara es de 12 voltios independientemente de sus resistencias. La corriente que circula por cada lámpara depende de su resistencia, y la corriente sólo se divide en partes iguales si todas las lámparas tienen igual resistencia.

Si imaginamos que un circuito se compone, simplemente, de una batería de 12 voltios y de tres lámparas de resistencias 8, 12 y 24 ohmios, respectivamente conectadas en paralelo, la corriente que circula por la lámpara de 8 ohmios es 12 voltios/8 ohmios = 12/8 amperios (puesto que según la ley de Ohm $I = V/R$); la corriente que circula por la lámpara de 12 ohmios es 12 voltios/12 ohmios = 12/12 amperios y la que atraviesa la de 24 ohmios es 12 voltios/24 ohmios = 12/24 amperios.

De aquí que la corriente total suministrada por la batería es $12/8 + 12/12 + 12/24$ amperios.

La resistencia real (R ohmios) de las tres lámparas equivale a la de una sola que consumiese la misma corriente de la batería. La ecuación de la ley de Ohm $I = V/R$ indica que la corriente extraída de una batería de 12 voltios por una resistencia de R ohmios es 12/R. Del significado del término resistencia real se deduce que esta corriente es la misma que la corriente total a las tres lámparas. De aquí que $12/R = 12/8 + 12/12 + 12/24$. Dividiendo ambos miembros de la ecuación por 12, se obtiene:

$$1/R = 1/8 + 1/12 + 1/24.$$

Esta ecuación se puede aplicar a cualquier conjunto de resistencias conectadas en paralelo sin más que escribir sus valores, en vez de 8, 12 y 24, que se han utilizado en este ejemplo particular. Si la primera resistencia es r_1 ohmios, la segunda r_2 ohmios y la tercera r_3 ohmios la ecuación es:

$$1/R = 1/r_1 + 1/r_2 + 1/r_3$$

que es la fórmula para calcular el valor real de tres resistencias en paralelo. Cuando son cinco resistencias, por ejemplo, en vez de tres la fórmula para calcular la resistencia real R, es:

$$1/R = 1/r_1 + 1/r_2 + 1/r_3 + 1/r_4 + 1/r_5.$$

De la misma forma, la fórmula se puede extender para abarcar cualquier número de resistencias.

Las lámparas utilizadas en el ejemplo anterior, y cuyas resistencias son 8, 12 y 24 ohmios, tienen una resistencia real R, que se calcula con la ecuación:

$$1/R = 1/8 + 1/12 + 1/24 = 3/24 + 2/24 + 1/24 = 6/24 = 1/4$$

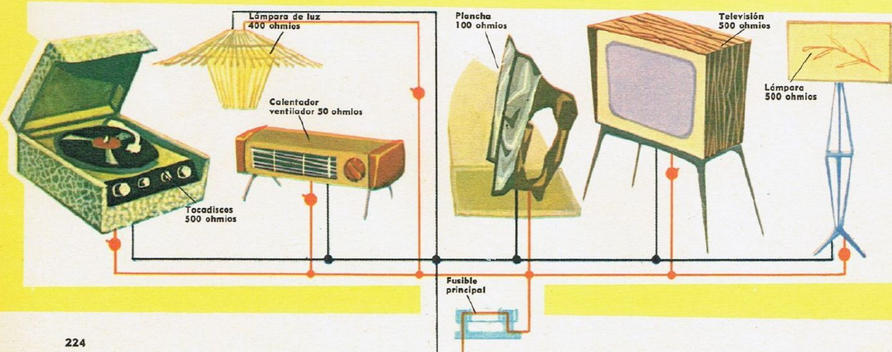
es decir, $1/R = 1/4$ y, por tanto, $R = 4$ ohmios.

La resistencia conjunta de todos estos utensilios conectados en paralelo es:

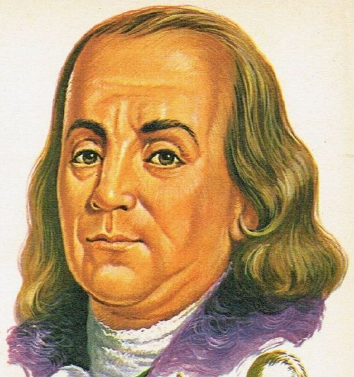
R ohmios. $1/R = 1/400 + 1/500 + 1/50 + 1/500 + 1/100 + 1/500 = 5 + 4 + 40 + 4 + 20 + 4/2.000 = 77/2.000$

Por tanto $R = 2.000/77 = 26$ ohmios, aproximadamente.

Si los aparatos se hubiesen conectado en serie su resistencia conjunta sería $400 + 500 + 50 + 500 + 100 + 500 = 2.050$ ohmios.



BENJAMÍN FRANKLIN, hombre de ciencia y de Estado



Aunque se lo recuerda sobre todo como hombre de estado, Benjamín Franklin realizó también valiosas contribuciones al conocimiento científico. Nació en 1706 y era el número quince de los hijos de una modesta familia de Boston. Fue, principalmente, autodidacto, pero asistió durante algún tiempo a la escuela local.

A la edad de 12 años era aprendiz de impresor. Cinco después dejó su ciudad natal para dirigirse a Filadelfia, donde continuó dedicado a ese trabajo. En 1729 se estableció y abrió con buen éxito su propia impresora, y compró la *Pennsylvania Gazette*. Poco después, inició su carrera política como secretario de la asamblea general de Pensilvania. En 1751 fue elegido miembro de esta Corporación y de 1753 a 1774 lo nombraron administrador general de correos de las colonias norteamericanas.

Visitó Inglaterra en diversas ocasiones, a fin de negociar con el gobierno británico asuntos de interés para los colonos. Fue durante estos viajes cuando realizó una serie de experiencias que demostraron las características y el curso de la corriente del golfo de México, una corriente de agua templada que se dirige desde el golfo, por la costa este de Norteamérica, hacia el Norte, y en las costas de Newfoundland cambia de rumbo, hacia el Este y atraviesa el Atlántico. Para levantar la carta de esta corriente, determinó la temperatura del agua del océano a diversas profundidades.

Las naturalezas del trueno y del rayo habían interesado durante siglos a los científicos y a los filósofos, pero a Franklin lo llevó este interés a investigarlas experimentalmente. Para ello, preparó un barrilete, que fijó con un clavo al extremo de un cordel. Cerca del otro extremo lo prendió con una llave. Lanzó el barrilete cuando pasó sobre su cabeza un nubarrón tormentoso y, en seguida, saltó de la llave una gran chispa eléctrica. Pudo ser algo muy peligroso, puesto que no había preparado ningún aislador en esta parte del cordel del barrilete. Como la lluvia empapaba el cordel, ello incrementaba su conductividad eléctrica; la electricidad fluía libremente por dicha cuerda y pudo comprobar que poseía las mismas propiedades que la electricidad generada por fricción. El feliz resultado de esta experiencia condujo a la utilización de los pararrayos para proteger los edificios, especialmente los de más altura.

Realizó, además, otra contribución al estudio de la electricidad: demostró la existencia de cargas positivas y negativas.

Aunque no está claro quién fue el inventor de las lentes bifocales, fue él ciertamente el primero que las describió. Antes, si una persona necesitaba dos clases de lentes para leer y para ver objetos lejanos, era forzoso que dispusiese de dos anteojos distintos. Sin embargo, esta dificultad fue superada al unir en un mismo cristal dos medias lentes diferentes. La inferior proporcionaba los aumentos adecuados para la lectura y la superior, de menor aumento, se podía utilizar para enfocar objetos distantes.

Franklin estaba demasiado entregado a las actividades políticas para poder prestar a las científicas las atenciones deseables. Ayudó a redactar la Declaración de la Independencia de los Estados Unidos y, poco después, en 1790, murió cuando abogaba por la abolición de la esclavitud de los negros.



(Derecha) Benjamín Franklin, hombre de estado. (Debajo) El científico, experimentando con cargas electrostáticas.

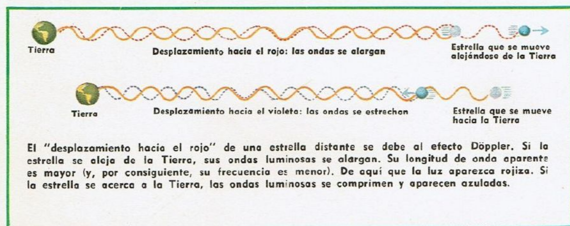


Lectura de la temperatura del mar. Con una serie de lecturas de este carácter demostró la pauta que seguía la corriente caliente del Golfo de México.

Dibujo del trazo que sigue un rayo procedente de una nube tormentosa.

DIMMOCK.

EFECTO DÖPPLER:
CUANDO LA LUZ CAMBIA



El "desplazamiento hacia el rojo" de una estrella distante se debe al efecto Döppler. Si la estrella se aleja de la Tierra, sus ondas luminosas se alargan. Su longitud de onda aparente es mayor (y, por consiguiente, su frecuencia es menor). De aquí que la luz aparezca rojiza. Si la estrella se acerca a la Tierra, las ondas luminosas se comprimen y aparecen azuladas.

Las ondas luminosas se alteran si se mueve la fuente emisora o el observador. Éste es un efecto poco común y se produce porque la luz es una clase de onda móvil. Se denomina *efecto Döppler*.

Se observa fácilmente el mismo efecto cuando se produce una onda sonora. Para un escucha situado en el borde de una autopista él sonido de un coche cambia a medida que se aleja rápidamente de él. Cuando el automóvil se aleja del observador, el tono o frecuencia del sonido se percibe más grave que cuando se aproxima. La frecuencia del sonido es el número de ondas emitido por segundo. Cuando el vehículo se aproxima, este número de ondas se "comprime" en una distancia más corta: más ondas alcanzan el oído del observador cada segundo y oye, por tanto, un sonido de mayor frecuencia. Cuando el automóvil se aleja, las ondas sonoras se ensanchan y su frecuencia aparenta ser más baja.

En las ondas sonoras, el efecto Döppler consiste en un cambio de la frecuencia. Lo mismo sucede con las ondas luminosas, aunque el cambio de frecuencia se traduce en un cambio de color. La luz de alta frecuencia (y de longitud de onda corta) da la sensación del color que llamamos azul, mientras que la luz de baja frecuencia (y de longitud de onda larga) da la sensación de color rojo. Cuando se mueve una fuente luminosa hacia un observador, el incremento de la frecuencia hace que el observador vea una luz ligeramente azulada; cuando se aleja de él, la frecuencia disminuye y la luz aparece roja.

Los cambios en la frecuencia de la luz se pueden observar examinándola con un espectroscopio, un instrumento que la divide en sus distintos colores por medio de un prisma, o de una rejilla de difracción (descrito en el *tomo IV, pág. 148*).

Se hace pasar a través del instrumento un estrecho haz de luz y su imagen se enfoca en una pantalla como *líneas espectrales*. Si la luz que se examina de esta forma procede de una lámpara de sodio, el espectro que se ve se compone de dos líneas amarillas brillantes, una junto a la otra. Si la luz de sodio se aleja del observador con la suficiente rapidez, las líneas amarillas se desplazarán ligeramente hacia el rojo, que está al final del espectro, y su color se hará más anaranjado. Si, por el contrario, se acerca la luz hacia el observador, las líneas se desplazarán hacia el extremo azul del espectro y aparecerán de color verde.

Estos desplazamientos hacia el azul o hacia el rojo sólo se pueden observar si la fuente luminosa se mueve a una velocidad que sea una fracción apreciable de la velocidad de la luz (300.000 Km./seg.). El fenómeno se observó por vez primera en los espectros de la luz que llega a la Tierra procedente de estrellas y galaxias lejanas. El tipo de luz que emiten las estrellas, como el de otros muchos cuerpos calientes, no es una luz de frecuencia definida semejante a la luz de sodio, sino que se compone de una serie continua de frecuencias. Sin embargo, las capas más externas y frías de la atmósfera de la estrella absorben parte de la luz que pasa a través de ellas. Algunos elementos que existen en dicha atmósfera tienen la propiedad de absorber ciertas frecuencias de la luz. En consecuencia, estas frecuencias han desaparecido de la luz que llega a la tierra. Un examen cuidadoso de los espectros de las estrellas muestra que el espectro continuo (del violeta al rojo) está surcado por cierto número de líneas oscuras, llamadas *líneas de Fraunhofer*. Las líneas se pueden identificar comparándolas con líneas iguales producidas en la Tierra en condiciones similares. Puesto que cada línea corresponde a un elemento, el examen del espectro de la luz de una estrella informa a los astrónomos de los elementos que existen en su atmósfera.

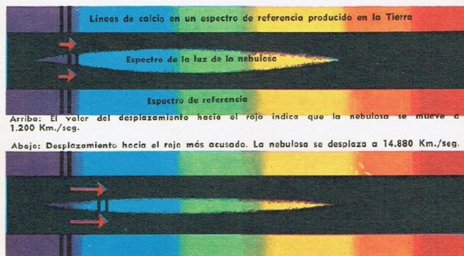
Sin embargo, las líneas oscuras de los espectros de estrellas y galaxias muy lejanas



Nebulosa de Virgo, distante 20.000.000 de años-luz



Nebulosa de la Osa Mayor, 300.000.000 de años luz



Arriba: El valor del desplazamiento hacia el rojo indica que la nebulosa se mueve a 1.200 Km./seg.

Abajo: Desplazamiento hacia el rojo más acusado. La nebulosa se desplaza a 14.880 Km./seg.

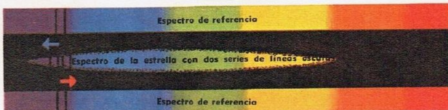
Dos líneas oscuras principales en el espectro de las galaxias distantes indican que el calcio de su atmósfera ha absorbido ciertas frecuencias. Las líneas se encuentran desplazadas hacia el extremo rojo del espectro. Este desplazamiento se puede interpretar por el efecto Döppler y, en consecuencia, las galaxias deben estar alejándose de la Tierra a velocidades fantásticas. Cuanto mayor es la distancia de la galaxia más grande es el desplazamiento hacia el rojo. • La posición que ocupa el espectro



DE COLOR

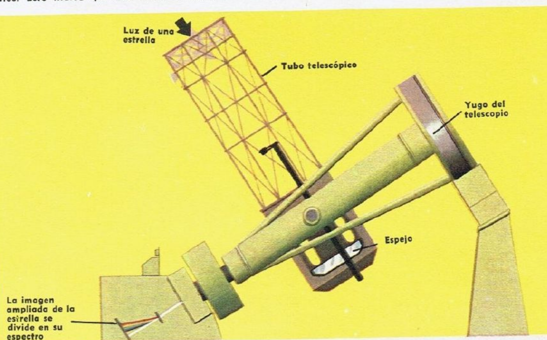


Las estrellas binarias aparentan ser una sola



La luz de lo que parece ser una estrella sola se compone de dos series definidas de líneas espectrales. Esto indica que dos estrellas giran una alrededor de la otra.

Algunos teóricos sostienen que las estrellas no se alejan de nosotros, y que el desplazamiento hacia el rojo no se debe al efecto Döppler por entero, sino que resulta de una disminución de la luz en el campo gravitatorio del universo.

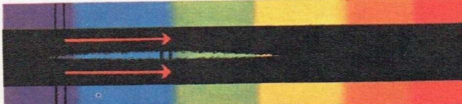


La luz de la estrella de una galaxia lejana se pasa a través de un espectroscopio y se dispersa en sus distintos colores. Ello da lugar a espectros análogos a los de los esquemas.

muestran un desplazamiento pronunciado hacia el extremo rojo de los mismos. Las líneas oscuras principales se deben al elemento calcio. Sobre la Tierra (es decir, cuando no hay movimiento entre la fuente luminosa y el observador) tales líneas sólo se observan débilmente en el violeta lejano del extremo del espectro. En algunas estrellas muy lejanas que se han examinado con este método, las líneas se han desplazado al color verde en el centro del espectro visible. Todas las estrellas y galaxias muestran en alguna extensión este desplazamiento hacia el rojo. Ello se puede interpretar como que se alejan de la Tierra, y que la galaxia más distante es la que parece alejarse más rápidamente. De hecho, existe una relación muy definida entre la distancia de una estrella (calculada por otros métodos astronómicos) y su velocidad de alejamiento, medida por el desplazamiento hacia el rojo. En muchos casos, el desplazamiento hacia el rojo es el único método para calcular la rapidez con que se aleja una galaxia de la Tierra.



Nebulosa de Botas, distante 800.000.000 de años-luz

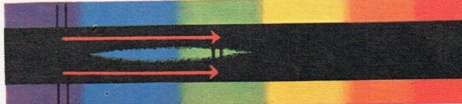


Arriba: La nebulosa debería moverse a 38.400 Km./seg.

Abajo: La nebulosa se mueve a unos 60.800 Km./seg.



Nebulosa de Hidra, distante 1.200.000.000 de años-luz



de una estrella, comparada con el producido por la luz del Sol, indica si la estrella se acerca o se aleja, según su desplazamiento sea hacia el violeta o el rojo. • El sentido de rotación de un astro puede ser conocido mediante el espectro de la luz que emite, observado en sus dos bordes o extremos del diámetro ecuatorial. El lado que se acerca al observador da un espectro desplazado hacia el violeta; el otro, que se aleja, presenta un espectro desplazado hacia el rojo.

Se han observado desplazamientos al rojo y azul en la luz de estrellas más cercanas. Aproximadamente el 50 % de las estrellas no se encuentran aisladas como el Sol, sino en parejas (estrellas binarias), o incluso en grupos grandes. Con frecuencia, las estrellas binarias están tan juntas que aun utilizando el telescopio mayor aparecen como una sola. Su naturaleza binaria se puede deducir espectroscópicamente por medio del efecto Döppler. Las estrellas binarias giran una alrededor de la otra a velocidad fantástica. En un instante, mientras una gira, la otra se aleja de la primera. La luz que viene de la estrella que se mueve hacia la Tierra muestra el desplazamiento al violeta, mientras que la luz de la otra se desplaza hacia el rojo. El espectro de lo que aparentaba ser una sola fuente luminosa contiene dos series definidas de líneas oscuras, debidas a cada una de las estrellas respectivas. Con el método del efecto Döppler, los astrónomos pueden obtener información no sólo sobre la velocidad de las estrellas, sino también sobre sus masas.

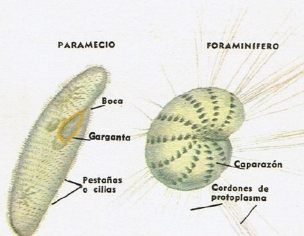
Existe un desplazamiento similar al rojo y al violeta en la luz del Sol. Como éste gira sobre su eje, parte de él se mueve hacia la Tierra y parte se aleja. Las líneas oscuras de Fraunhofer del lado del Sol que se aleja, muestran una diferencia pequeña (pero detectable) con las del lado que se acerca.

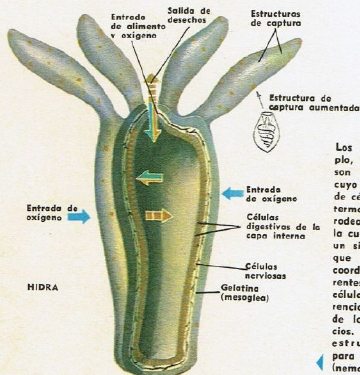
ESTRUCTURA DE LOS



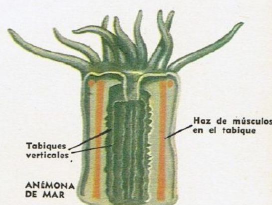
Algunos animales son unicelulares. Todos los procesos necesarios para la vida, como la respiración y la nutrición, se realizan en una sola célula.

Ciertos animales unicelulares tienen una estructura más complicada que la de la ameba; poseen una boca y una cavidad alimenticia y pelos en forma de pestañas (cilias) que mueven para nadar; otros tienen esqueletos complicados formados por materiales calcáreos o silíceos.





Los celentéreos (por ejemplo, la medusa, las hidras) son animales pluricelulares, cuyo cuerpo tiene dos capas de células (con una capa intermedia gelatinosa) y está rodeado por una cavidad en la cual se abre la boca. Hay un sistema nervioso sencillo que proporciona una cierta coordinación entre las diferentes partes. Algunas de las células interiores están diferenciadas para la digestión de los materiales alimenticios. En la capa externa hay estructuras especializadas para capturar los alimentos (nematocistos).



Muchos celentéreos poseen una estructura más complicada que la de la "hidra". Las anémonas de mar, por ejemplo, tienen la cavidad del cuerpo dividida por tabiques verticales. Hay haces de músculos que los capacitan para contraerse rápidamente.

ANIMALES

Materiales de desecho acarreados por la corriente de agua

Alimentos y oxígeno trasportados por la corriente a través de la pared del cuerpo

Células digestivas de la capa interna

Entrada de alimento y oxígeno

Entrada de alimento y oxígeno

Las esponjas son animales pluricelulares muy sencillos, y están formados por una reunión de células flojas. Las funciones del cuerpo se llevan a cabo por células, de forma un tanto desorganizada. No hay ni boca, ni estómago, ni sistemas de órganos. La mayoría son animales ramificados y con aspecto de plantas. Las paredes del cuerpo están perforadas por numerosos agujeros. El agua entra por unos y sale por los otros. Las células que crean las corrientes de agua absorben partículas y las digieren.

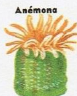
Algunas esponjas simples y coloniales

La mayoría de las esponjas tiene un esqueleto formado por "espículas" en forma de agujas, por fibras córneas, o por ambas cosas a la vez. Algunas son simples, pero la mayor parte vive en colonias.

ESPONJA



Pluma de mar

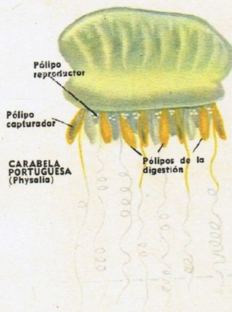


Anémona



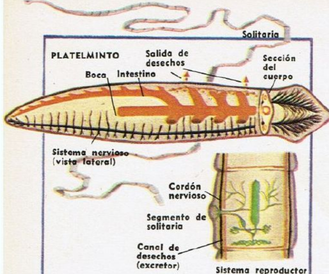
Coral

En algunos celentéreos coloniales, ciertos "individuos" (pólipos) realizan diferentes funciones. Unos capturan la comida y se la pasan a otros que la digieren. Otros se ocupan de la reproducción.

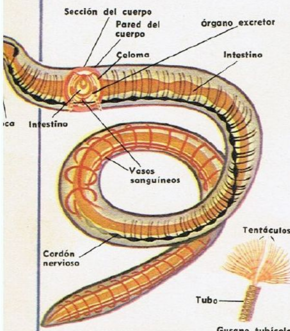


CARABELA PORTUGUESA (Physalia)

Algunos viven como individuos aislados (por ejemplo, la anémona de mar), mientras que otros (por ejemplo, la mayoría de los corales) viven en colonias.

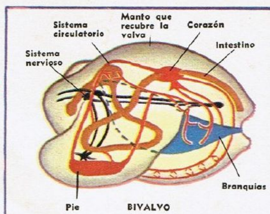


Algunos animales como los platelmintos tienen un cuerpo con tres capas, pero el conjunto es de tejido macizo sin cavidad interna o "celoma" como en las lombrices de tierra, por ejemplo. Pero los platelmintos tienen sistemas de órganos complicados comparados con los celentéreos, a pesar de que el aparato digestivo sólo tiene una abertura. Las formas parásitas, como la solitaria, absorben los alimentos del exterior y no tienen cavidad digestiva.

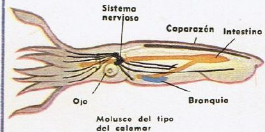


LOMBRIZ DE TIERRA
(El sistema circulatorio se ha simplificado)

Las lombrices de tierra y otros anélidos tienen un cuerpo con tres capas, pero entre él y la cavidad digestiva hay un espacio o "celoma" que contiene los "riñones" y los órganos reproductores. La cavidad digestiva ocupa todo el cuerpo y presenta una "boca" en la parte delantera y una abertura en el final, el "ano". El cuerpo está dividido en segmentos que están separados unos de otros por tabiques. La mayoría de los segmentos tienen una estructura idéntica. El sistema circulatorio está bien desarrollado y el doble cordón nervioso recorre todo el cuerpo "por debajo" del digestivo. En cada segmento hay abultamientos de este cordón. Son los llamados ganglios. Los gusanos tales como la lombriz de tierra no tienen esqueleto, pero otros se construyen a sí mismos tubos protectores. Muchos de ellos tienen complicados abanicos o tentáculos con los que capturan la comida.

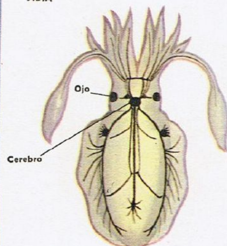




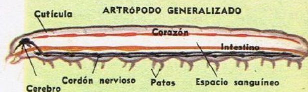


Los moluscos (por ejemplo, el caracol) poseen un cuerpo blando y sin segmentar, con una pared de tres capas. La cavidad del cuerpo es pequeña. Generalmente tienen un caparazón de sales calcáreas que puede ser externo (como en el caracol y la almeja) o interno (como en el calamar y la jibia). Puede tener una pieza (caracol) o dos piezas (almeja). La parte inferior del cuerpo forma un pie muscular usado para la progresión y, generalmente, respiran por medio de branquias. Los bivalvos usan éstas también para recoger partículas de alimentos.

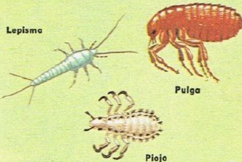
JIBIA



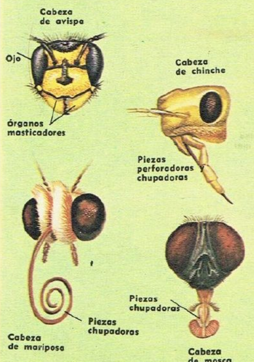
Los calamares, los pulpos y los moluscos parecidos son más activos que el resto de los moluscos. Tienen ojos grandes y un sistema nervioso bien desarrollado.



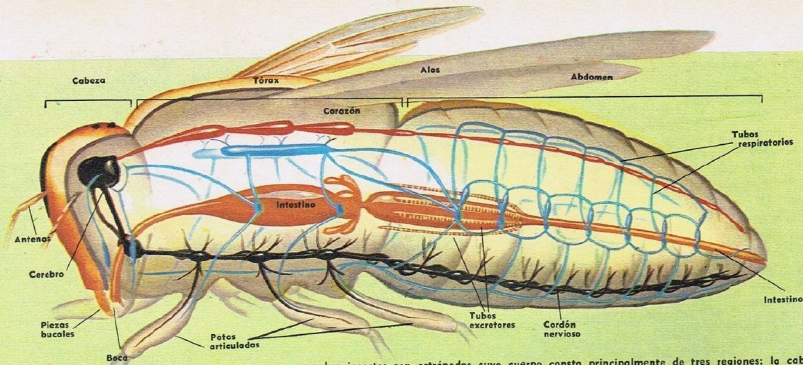
Muchos invertebrados (artrópodos) tienen un esqueleto externo duro (exoesqueleto), que está articulado y formado por una sustancia córnea —la quitina— que puede estar impregnada de sales calcáreas (como, por ejemplo, en los cangrejos). El sistema nervioso consiste en un cerebro (ganglios de la cabeza) y un doble cordón nervioso junto al intestino. El cuerpo está segmentado, y muchos segmentos llevan un par de patas. La cavidad del cuerpo se reduce en el adulto, pero hay un amplio espacio para la sangre, a través del cual circula ésta.



Algunos insectos carecen de alas. De éstos, las pulgas y los piojos están especialmente adaptados para el parasitismo.

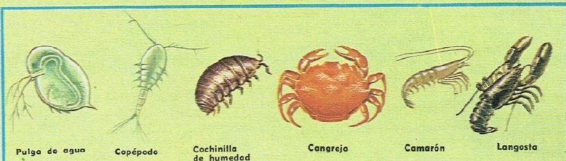


Hay una gran variación en las partes bucales. Las avispas poseen órganos mordedores; muchas chinches los tienen adaptados para perforar las plantas y los animales y chupar los jugos. Las mariposas se encuentran provistas de órganos bucales, largos y tubulares, para alimentarse en las flores. La mosca casera tiene una trompa con la que chupa los alimentos disueltos.



INSECTO GENERALIZADO

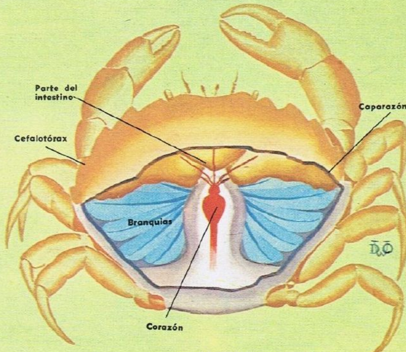
Los insectos son artrópodos cuyo cuerpo consta principalmente de tres regiones: la cabeza, el tórax y el abdomen. El tórax generalmente presenta alas y tres pares de miembros para la marcha. La cabeza tiene un par de órganos sensibles ("antenas") y piezas bucales articuladas, usadas para tomar los alimentos y en algunas formas para la defensa. Tienen un sistema especial de tubos respiratorios o tráqueas.



Muchos artrópodos tienen una cubierta dura (los crustáceos, tales como los cangrejos y las langostas) —es el esqueleto impregnado con sales de calcio— que a menudo forma un caparazón o cáscara. Los cangrejos de mar y de río, las gambas, los langostinos y las langostas, tienen los segmentos del tórax fusionados con los de la cabeza, formando el "cefalotórax". La mayoría de los crustáceos viven en el agua y respiran por medio de branquias.

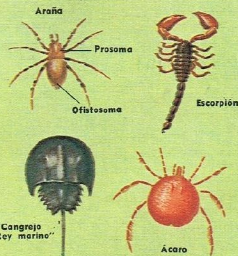


PERCEBE

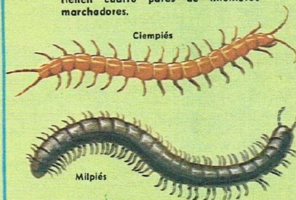


CANGREJO DE MAR

Los percebes son crustáceos que viven adheridos al fondo de los mares o a las rocas del litoral; el caparazón rodea el tronco.

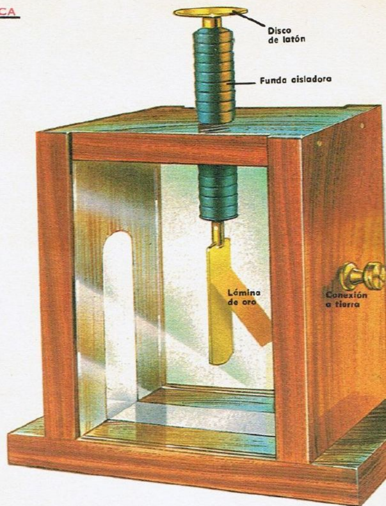


Los arácnidos (arañas, escorpiones, ácaros y garrapatas) son artrópodos en los que el cuerpo está dividido en dos regiones —un "prosoma" delantero y un "ofistosoma" trasero—. El último puede estar subdividido. Las arañas, ácaros y escorpiones adultos tienen cuatro pares de miembros marchadores.



Los miriápodos (ciempiés y milpiés) tienen segmentos con patas y sistema traqueal muy parecidos. La cabeza es una región bien definida. Los ciempiés tienen un par de patas por segmento, y los milpiés dos pares por segmento también.

ELECTROSCOPIO DE LÁMINAS DE ORO



Cuando una varilla de vidrio, o de ebonita, se frota con un trozo de piel, los electrones precariamente unidos a ésta se fijan al vidrio, que queda así con una carga extra de partículas negativas y, por lo tanto, con electricidad negativa. La piel, por el contrario, merced a su defecto de cargas negativas, queda con un exceso de cargas positivas. Después del frotamiento, tanto la piel como el vidrio trasportan cargas electrostáticas.



Electroscopio de láminas de oro modificado para utilizarlo con material radiactivo.

Ernesto Rutherford

El *electroscopio de láminas de oro* fue inventado en 1787 para detectar tales cargas electrostáticas. Se puede utilizar para averiguar si una carga es positiva o negativa, y también para comparar la magnitud de cargas diferentes. No sirve para medir cuantitativamente su valor real; para ello se utiliza un aparato llamado *electrómetro*.

El electroscopio de láminas de oro funciona siguiendo el principio de que las cargas positivas se repelen, lo mismo que las negativas. Sólo se atraen las cargas de signos contrarios. Si se aplica una carga positiva sobre las delicadas láminas de oro del electroscopio se observa que se separan mutuamente, y esta separación es tanto más acusada cuanto mayor es la carga aplicada. Lo mismo sucede si las láminas se cargan negativamente.

EL APARATO

A causa de la delicadeza de las láminas y, por tanto, de la posibilidad de que se rasguen con las corrientes de aire, las láminas de oro están alojadas en una caja con los lados de cristal. Para que la caja no trasporte cargas que puedan afectar las láminas, falseando las determinaciones, se conecta a tierra su cubierta metálica mientras se utiliza el electroscopio.

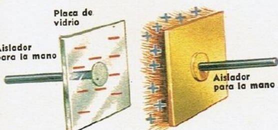
En tales condiciones, si la caja llega a cargarse positivamente, los electrones negativos fluyen desde tierra para compensar el defecto. Por el contrario, si se carga negativamente los electrones en exceso pueden emigrar a tierra.

Cuando se utiliza el electroscopio, la caja puede mantenerse cerrada, puesto que la carga llega a las hojas de oro desde el exterior. En la parte superior de la caja existe

un disco, o botón, unido a una barra gruesa de latón que conduce al interior de aquélla. Las láminas de oro están fijadas a la parte inferior de la barra. Cuando se pone la carga en el disco de latón llega, a través de la barra, hasta las láminas de oro; se ha escogido este metal para las láminas porque puede ser laminado en hojas muy delgadas, ligeras y flexibles. También se pueden utilizar hojas de una aleación de oro. Para asegurar el paso de la carga a las hojas, la barra de latón está enfundada en una cubierta de azufre, ebonita u otro material aislante.

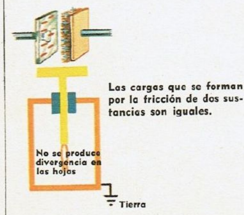
Existen dos formas de cargar un electroscopio para conseguir la separación de sus hojas. Haciendo contacto con un cuerpo cargado sobre el disco de latón, o bien, sin llegar a tocarlo, aproximándolo lo suficiente, en cuyo caso la carga se acusa por inducción. Cuando el electroscopio se carga por contacto con un cuerpo cargado negativamente, los electrones pasan a través de la masa del disco de latón, siguen por la barra hacia el interior de la caja y llegan a las láminas de oro; de esta forma, quedan ambas cargadas negativamente, y, por tanto, se repelen y se separan una de otra.

Si el cuerpo cargado se separa del disco de latón, las láminas de oro permanecen alejadas, lo que demuestra que, en efecto, la carga eléctrica ha quedado depositada en el aparato. Cuando se acaba el experimento y se toca el disco con un dedo, las hojas se abaten. En la experiencia por inducción las cargas no pasan al electroscopio. En este caso, tanto las partes de latón como las láminas de oro no adquieren una carga adicional, es decir, se mantiene el mismo



Cuando se frotan mutuamente una pieza de vidrio y un trozo de piel ambos se cargan. Los electrones, o cargas negativas, quedan sobre el vidrio, mientras que la piel se carga positivamente.

número de cargas negativas y positivas. Cuando una varilla de vidrio con cargas negativas se acerca al disco de latón, las correspondientes de éste se alejan hacia las láminas de oro que, en tales condiciones, se cargan negativamente y, por tanto, se repelen. El efecto es sólo temporal, puesto que, una vez alejada la varilla inductora, se restablece en las partes metálicas del aparato la uniformidad original de las cargas, y las láminas vuelven también a su posición primitiva. No obstante, si en una experiencia de inducción se quiere mantener la posición divergente de las láminas después de terminar la experiencia, basta tocar con un dedo el disco de latón, antes de retirar la varilla, porque así se quitan las cargas positivas y queda un exceso de negativas, que mantiene la repulsión de las láminas de oro.



Las cargas que se forman por la fricción de dos sustancias son iguales.

CÓMO AVERIGUAR CUÁNDO UNA CARGA ES POSITIVA O NEGATIVA

En primer lugar, se frota el disco de latón con un trozo de piel, para que las láminas de oro se carguen negativamente. A continuación se retira la piel y el objeto "problema" se coloca en el disco de latón. Si éste tiene carga positiva, atrae cargas negativas de las hojas, que se abaten; el mismo fenómeno sucede cuando el cuerpo es neutro. Si, por el contrario, el objeto posee carga negativa ésta pasa al disco, donde es repelida hacia las láminas, con lo que se produce en éstas un aumento de su divergencia.

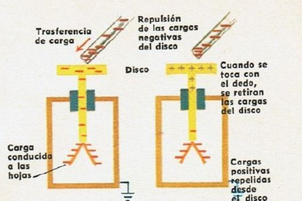
Cuando dos sustancias se cargan eléctricamente por frotamiento mutuo, las cargas que adquieren son iguales y de signo contrario. La clase de carga se puede determinar con la operación que se acaba de describir. Cuando ambas sustancias se ponen simultáneamente sobre el electroscopio, se comprueba que las láminas de oro no experimentan modificación alguna, lo que confirma que las cargas de una y otra son iguales.

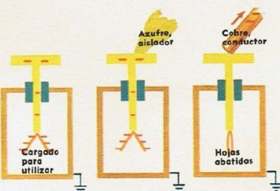
Ernesto Rutherford utilizó para sus experiencias con materiales radiactivos un electroscopio de láminas de oro modificado. El material radiactivo se colocaba en una bandeja debajo de las láminas. Las rápidas partículas que se desprendían ionizaban el aire circundante, haciéndolo conductor, de tal forma que las cargas de las hojas se alejaban de ellas y la divergencia decrecía, lo que observaba Rutherford con la ayuda de un microscopio.

Existen sustancias aisladoras y conductoras. El electroscopio se puede utilizar para determinar su carácter. Para ello se carga una vez más el electroscopio y se deja con las hojas divergentes. Si se pone en contacto con el disco un trozo de azufre, las láminas permanecen invariables, puesto que el azufre es un aislador y no sustrae cargas. Por el contrario, cuando en su lugar se coloca un alambre de cobre las hojas se abaten inmediatamente, ya que el cobre conduce hacia afuera sus cargas. Los metales, el agua y el cuerpo humano son conductores. La goma, la seda, el vidrio, el ámbar, y la ebonita son ejemplos de sustancias aisladoras. Existen otras, que son parcialmente aisladoras; en estos casos, la carga de las hojas se pierde lentamente.

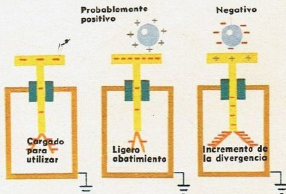
Miguel Faraday utilizó un electroscopio de láminas en su famoso experimento del cubo de hielo, con el que demostró que la carga de un conductor hueco está situada en su parte exterior.

Para ello situó una esfera cargada positivamente en el interior de un cubo de hielo, que a su vez estaba colocado sobre el disco de un electroscopio. Las cargas positivas de la esfera atrajeron a las negativas cercanas a ella, y dejaron la parte exterior del cubo y las hojas del electroscopio cargadas positivamente, con lo que estas últimas se separaron. Seguidamente, tocó con la esfera la parte interior del cubo y neutralizó de esta forma sus cargas negativas. No se produjo cambio alguno en la posición de las láminas, ni tampoco cuando quitó la esfera, lo que demostraba que la parte exterior había retenido su carga.

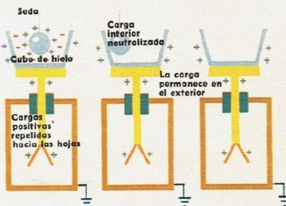




Distinción entre aisladores y conductores.



Distinción entre cargas positivas y negativas.



Experimento de Faraday del cubo de hielo, con el que demostró que la carga de un conductor hueco está situada en su parte exterior.

LAS ECUACIONES QUÍMICAS

En una reacción química los diversos átomos de las diferentes moléculas se reorganizan y forman una o más sustancias químicas nuevas. Este proceso se puede expresar con palabras, aunque el químico utiliza más frecuentemente la ecuación química, que muestra de una forma concisa y simple lo que sucede en la realidad.

Para escribir o interpretar correctamente tales ecuaciones es preciso conocer previamente una serie de reglas y convenios. Aunque en apariencia estas ecuaciones, y los símbolos que se utilizan en ellas, son semejantes a los usados en matemáticas, existen diferencias sustanciales. Concretamente, las ecuaciones químicas de las sustancias reaccionistas se escriben siempre en la parte izquierda, mientras que las de los productos de la reacción se ponen a la derecha.

Además, el signo de la suma (+) no significa necesariamente adición en sentido matemático. En el lado izquierdo significa, al menos, que las sustancias reaccionan juntas para formar los productos que se escriben a la derecha del signo igual (=). Para evitar cualquier posible confusión del signo igual, a veces se sustituye por una flecha en el sentido que se verifica la reacción (→).

Una ecuación correctamente escrita indica que debe haber el mismo número de átomos de cada elemento a ambos lados de la misma, es decir, que la ecuación debe estar equilibrada o ajustada. Esta condición es consecuencia de una ley fundamental de la química, según la cual en una reacción química la materia ni se crea ni se destruye. En las reacciones nucleares se puede convertir la masa en energía.

Todas las sustancias que toman parte en una reacción química se encuentran en forma de moléculas, y las moléculas de los elementos y compuestos están formadas por un número definido de átomos. En los compuestos existe una relación fija entre el número de átomos de los elementos que los componen. Siempre que se altera esta relación, se obtiene un compuesto distinto. Así, el óxido rojo de cobre (óxido cuproso) se compone de dos átomos de cobre por cada átomo de oxígeno, mientras que el óxido negro de cobre (óxido cúprico) tiene igual número de átomos de cobre que de oxígeno.

Por tanto, la única manera de ajustar una ecuación consiste en escribir, delante de alguna o de todas las fórmulas que intervienen, un número entero que las multiplica adecuadamente. Para escribir la ecuación de una reacción el mejor procedimiento es poner primero las fórmulas de todas las sustancias (reactivos o productos) que intervienen en la misma y después, mediante tanteos, se encontrará con facilidad el factor correcto de multiplicación.

Es necesario añadir que cuando las reacciones se verifiquen en solución, la fórmula del agua no se pone en la ecuación, a menos que tome parte realmente en la misma. Tampoco se especifican los catalizadores, ya que no experimentan en ella ningún cambio permanente.

Una vez que se ha escrito y ajustado correctamente la ecuación de la reacción, se puede calcular la cantidad necesaria de los diversos reactivos para obtener una determinada cantidad de productos. El resultado se puede expresar tanto en peso como en volumen, puesto que a una temperatura y presión fijas (0°C. y 760 mm. de Hg. es decir, la altura de una columna de mercurio que equivale a la presión atmosférica), una molécula gramo de cualquier gas ocupa un volumen de 22,4 litros. Los ingenieros químicos realizan cálculos de este tipo cuando empiezan a trabajar en el proyecto de una fábrica, para deducir las velocidades de flujo a través de las diversas unidades.

Cuando se quema ácido sulfhídrico en el aire, se producen agua y bióxido de azufre. Como norma, para escribir la ecuación de la reacción se ponen primero las fórmulas de los reactivos y de los productos de la reacción:



$$H_2S + O_2 \rightarrow H_2O + SO_2$$

La ecuación no está ajustada, porque falta un átomo de oxígeno (media molécula) en la parte izquierda. Entonces se ajusta introduciendo 1/2 O_2:



$$H_2S + 3/2\ O_2 \rightarrow H_2O + SO_2$$

Pero como es necesario que todos los factores de multiplicación sean números enteros (no existen medias moléculas) se tendrán que doblar todos los términos de la reacción:



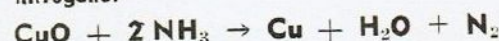
$$2\,H_2S + 3\,O_2 = 2\,H_2O + 2\,SO_2$$

Si se pasa amoníaco seco sobre óxido cúprico caliente, el amoníaco se oxida a agua y nitrógeno, mientras que el óxido cúprico se reduce a cobre. Para ajustar la ecuación de esta reacción, se necesitan varias etapas; en primer lugar, lo ya establecido como básico:



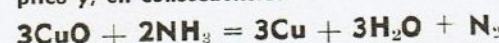
$$CuO + NH_3 \rightarrow Cu + H_2O + N_2$$

Pero deben concurrir dos moléculas de amoníaco para que se produzca una molécula de nitrógeno:

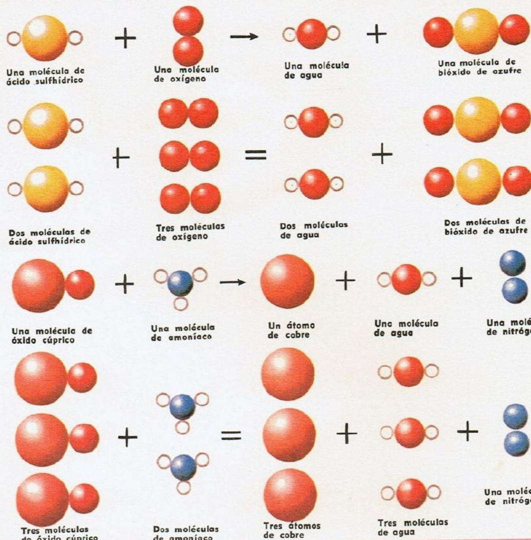


$$CuO + 2\,NH_3 \rightarrow Cu + H_2O + N_2$$

Sin embargo, dos moléculas de amoníaco darán lugar a tres moléculas de agua; el oxígeno necesario lo proporciona el óxido cúprico y, en consecuencia:

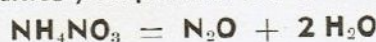


$$3CuO + 2NH_3 = 3Cu + 3H_2O + N_2$$

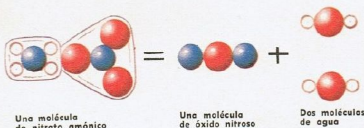


Los reactivos se escriben siempre a la izquierda

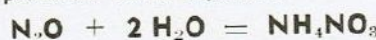
A diferencia de las ecuaciones matemáticas, la posición de las fórmulas en las ecuaciones químicas es de la mayor importancia. Los reactivos se escriben siempre en el lado izquierdo y los productos en el derecho. Así, pues, la reacción de descomposición del nitrato amónico en óxido nitroso y agua se presenta siempre escrita con el nitrato amónico a la izquierda y los productos a la derecha:



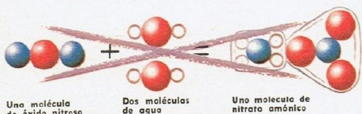
$$NH_4NO_3 = N_2O + 2\,H_2O$$



y nunca con los productos en la izquierda:



$$N_2O + 2\,H_2O = NH_4NO_3$$



LO QUE NO SE EXPRESA EN LAS ECUACIONES

Aunque las ecuaciones son muy útiles para expresar concisamente lo que sucede en una reacción química, no proporcionan todos los detalles de la misma. El objeto primordial de una ecuación es presentar los reactivos y los productos que intervienen en una reacción, así como sus proporciones relativas (en peso).

La información adicional sobre reacciones que sigue a continuación no se encuentra normalmente en las ecuaciones.

(a) Hay reacciones que se realizan satisfactoriamente en frío, mientras que otras no tienen lugar a menos que se calienten los reactivos, a veces, a temperaturas muy altas. Además, algunas reacciones, incluso las que se verifican en frío, desprenden una cierta cantidad de calor. Aunque es muy importante que tales datos se tengan en cuenta en una reacción, raramente se expresan en las ecuaciones.

(b) El estado físico de los reactivos (sólido, líquido o gaseoso), y de los productos, tampoco se suele especificar en una ecuación. Por ejemplo, una reacción puede proporcionar agua y no resulta evidente de inmediato si se obtiene en forma de líquido o de vapor, si bien esta información se puede deducir de otros factores, como la posibilidad de que la reacción pueda realizarse en frío o si necesita un aporte de calor.

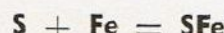
(c) En las ecuaciones de aquellas reacciones que se verifican en solución (ya sea en agua o en algún disolvente orgánico) no se expresa el disolvente utilizado, a no ser que intervenga realmente en la reacción. Sin embargo, tales reacciones no tienen lugar normalmente cuando no se utiliza dicho disolvente. En estas reacciones casi se puede considerar al disolvente como un catalizador.

(d) Aunque muchas reacciones tienen lugar inmediatamente después de poner en contacto los reactivos, otras, especialmente las reacciones reversibles, necesitan algún tiempo para alcanzar el equilibrio. Éste es otro dato informativo que no se especifica en la ecuación.

Antes de formular cualquier ecuación química para una reacción, es preciso conocer los hechos experimentales que se relacionan con ella; es decir, que no se puede intentar escribir la ecuación química para una reacción, a menos que se conozca qué sustancias realmente reaccionan y qué productos se forman. Este conocimiento puede aportarlo la información que se tenga de la reacción específica, lo cual, naturalmente, requiere una cantidad inmensa de trabajo memorístico, o bien puede ser el resultado de la aplicación de conocimientos generales sobre el tipo de reacción de que se trate, para lo cual basta con cierta aptitud al aplicar los principios de la química, que se consigue "pensando químicamente".
La química moderna es una ciencia racional que explica la aparente complejidad de los fenómenos químicos con una serie, relativamente reducida, de reglas generales que, basadas en sólidos conceptos, facilitan extraordinariamente la labor pedagógica. Así, el simple conocimiento de la Tabla Periódica de los elementos (que constituye un resumen genial de la química) proporciona una base utilísima para el interesado en conocer esta ciencia.

Ecuaciones ajustadas

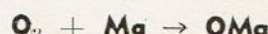
Si se calienta una mezcla de limaduras de hierro y de azufre en flor, se obtiene sulfuro ferroso. La ecuación de esta reacción se ajusta inmediatamente porque con un átomo de hierro y un átomo de azufre se obtiene una molécula de sulfuro ferroso:



$$S + Fe = SFe$$

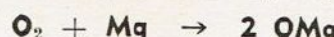
en este caso el signo igual se puede escribir sin inconveniente.

Al escribir la ecuación de la combustión del magnesio en tiras en oxígeno, se presenta una pequeña complicación. Primero se escriben las fórmulas de los reactivos y productos:



$$O_2 + Mg \rightarrow OMg$$

Sin embargo, se puede observar que en la parte izquierda existe un oxígeno de más. Esta dificultad se puede superar doblando la cantidad de óxido de magnesio, es decir:

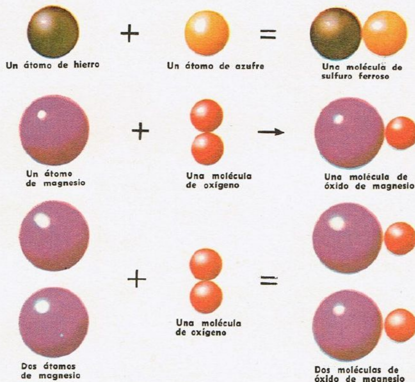


$$O_2 + Mg \rightarrow 2\ OMg$$

Pero ahora se presenta un nuevo defecto en el magnesio de la parte izquierda de la ecuación, que se resuelve fácilmente doblando la cantidad de átomos de magnesio de esta parte. Así se tiene definitivamente ajustada la ecuación de la reacción:

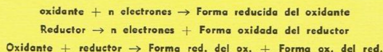


$$O_2 + 2\ Mg = 2\ OMg$$



Ajuste de reacciones redox

En muchos casos no es fácil el ajuste de las reacciones por tanteos. Existe gran número de reacciones complicadas, entre las que cabe citar muchas reacciones redox, en las que es necesario recurrir a otros procedimientos más científicos.
Una reacción redox (o de oxidación-reducción) es aquélla en la que hay trasferencia de electrones. Una sustancia los cede y otra los acepta. La primera se llama reductora y la segunda oxidante. Se tiene, por tanto:



oxidante + n electrones → Forma reducida del oxidante

Reductor → n electrones + Forma oxidada del reductor

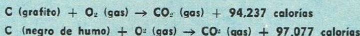
Oxidante + reductor → Forma red. del ox. + Forma ox. del red.

Aunque no se describirá aquí, por ser algo complicada, la sistemática del ajuste de las reacciones redox, basta que sepa el lector que existe este recurso y que el método se fundamenta en que el número de electrones que pierde el agente reductor es exactamente igual al número de electrones que gana el agente oxidante.

Ecuaciones termoquímicas

Aunque normalmente las ecuaciones químicas no expresan si una reacción se verifica con absorción o desprendimiento de calor, existen las ecuaciones termoquímicas, en las que se tiene en cuenta este fenómeno.
Como se expone en este artículo, toda reacción química desprende, cuando tiene lugar, una determinada cantidad de calor, en cuyo caso se dice que es "exotérmica", o se le ha de proporcionar una cierta cantidad de calor para que se realice y entonces se califica de reacción "endotérmica".
El calor de reacción se define como el calor medido en calorías desprendido o absorbido en la reacción, cuando han reaccionado las moles de las sustancias reaccionantes que indica la ecuación química.

El calor desprendido o absorbido depende del estado y de las condiciones en que se encuentra la sustancia; por tanto, cuando se escribe la ecuación de una reacción termoquímica es necesario, al menos, especificar un factor que tiene gran influencia, el estado físico de las sustancias. Por ejemplo:



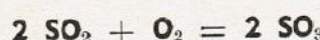
C (grafito) + O_2 (gas) → CO_2 (gas) + 94,237 calorías

C (negro de humo) + O_2 (gas) → CO_2 (gas) + 97,077 calorías

Calor de formación de un compuesto es el calor (expresado en calorías) absorbido o desprendido al producirse un mol de la sustancia a partir de los elementos cuando éstos se encuentran en el estado en que normalmente existen a la temperatura ordinaria. El calor de descomposición es numéricamente igual al calor de formación, pero de signo contrario.

Reacciones catalíticas

En el proceso de contacto para la fabricación de ácido sulfúrico, el bióxido de azufre se oxida a trióxido de azufre pasándolo por un catalizador: platino finamente dividido. El metanol se puede sintetizar a partir de monóxido de carbono e hidrógeno, en presencia de óxido de cinc, que actúa como catalizador. Pero, aunque esenciales para que se verifiquen estas reacciones, los catalizadores no se incluyen en las respectivas ecuaciones, porque no experimentan ningún cambio químico permanente.

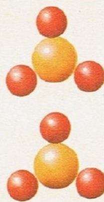





Dos moléculas de bióxido de azufre



Una molécula de oxígeno

Dos moléculas de trióxido de azufre



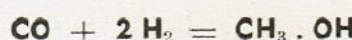
Una molécula de monóxido de carbono




Dos moléculas, de hidrógeno

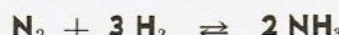



Una molécula de metanol



Reacciones reversibles

En las reacciones reversibles, el fenómeno de que la reacción puede verificarse en ambos sentidos se expresa en la ecuación añadiendo a las dos líneas del signo igual las puntas de sendas flechas o, simplemente, utilizando un par de flechas ($\rightleftarrows$). El convenio de poner los reactivos en la parte izquierda se sigue manteniendo, de tal forma que la síntesis del amoníaco, a partir del nitrógeno y del hidrógeno, se escribe:





Una molécula de nitrógeno




Tres moléculas de hidrógeno




Dos moléculas de amoníaco

mientras que la descomposición del amoníaco sobre una superficie caliente se expresa en sentido contrario, puesto que el material de partida es el amoníaco

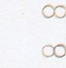




Dos moléculas de amoníaco




Una molécula de nitrógeno

Tres moléculas de hidrógeno

Asimismo, la hidrólisis de la sal de una base débil en solución, por ejemplo de amoníaco, se escribe de forma similar con flechas en lugar del signo igual:

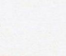




Cloruro amónico




Agua

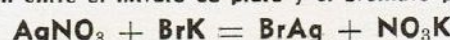




Ácido clorhídrico

Hidróxido amónico

Cálculo de masas

Si en la ecuación de formación de una sustancia se conoce la cantidad de algún reactivo, se puede calcular también el rendimiento teórico de la misma (suponiendo que no se verifican reacciones secundarias). Así, el bromuro de plata —el componente sensible a la luz de las películas y placas fotográficas— por la reacción de doble descomposición entre el nitrato de plata y el bromuro potásico:





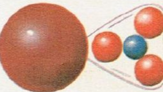
Una molécula de nitrato de plata




Una molécula de bromuro potásico



Una molécula de bromuro de plata

Una molécula de nitrato potásico

Para calcular la cantidad de reactivos necesaria para producir un Kg. de bromuro de plata, se necesita, en primer lugar, calcular los pesos moleculares de los reactivos y productos, sumando los pesos atómicos de los diversos elementos que los forman.

Pesos atómicos: Ag = 108; Br = 80; K = 39; N = 14; O = 16

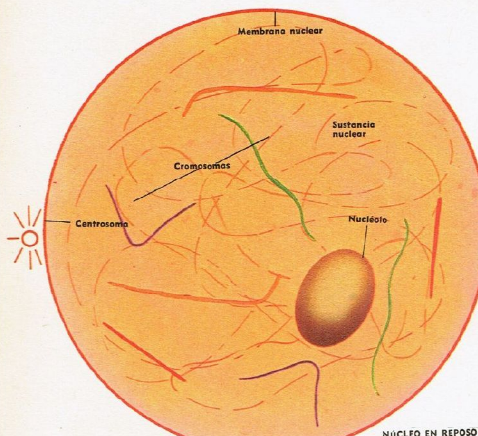
Nitrato de plata		Bromuro potásico		Bromuro de plata	
plata	108	potasio	39	plata	108
nitrógeno	14	bromo	80	bromo	80
oxígeno × 3 ..	48				
peso mol.	170	peso mol.	119	peso mol.	188

Una molécula gramo de bromuro de plata (188 g.) se obtiene a partir de una molécula gramo de nitrato de plata (170 g.) y de una molécula gramo de bromuro potásico (119 g.). De estos datos, por una simple proporción, se calcula que 1.000 g. de bromuro de plata se obtienen de:

$\frac{170}{188} \times 1.000 = 904$ g. de nitrato de plata y de

$\frac{119}{188} \times 1.000 = 633$ g. de bromuro potásico.

REPRODUCCIÓN DE LA CÉLULA



NÚCLEO EN REPOSO

Las plantas y los animales están compuestos por millones de células, cada una de las cuales tiene una estructura fija que corresponde a un propósito específico.

La primera pregunta que surge es la de qué controla la estructura celular, y por qué cada fibra muscular o cada célula de un tejido vegetal determinado es exactamente igual a su vecina.

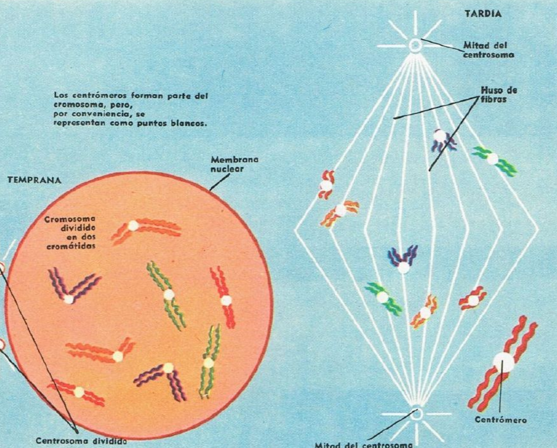
Sabemos que cada una de las células del organismo contiene un número fijo de cromosomas y que cada cromosoma contiene numerosos genes. Estos últimos son las unidades que controlan las características del organismo y de cada una de sus células. Dado que es necesaria una multiplicación de las células por las razones que hemos indicado, hay que pensar que debe existir un mecanismo que actúa, cuando una célula se divide en dos células hijas, sobre el material genético para repartirlo de igual forma, y equitativamente, entre éstas. El proceso puede parecernos un tanto complicado. Los cromosomas tienen una estructura longitudinal y, por lo tanto, su partición para dar nuevos cromosomas debe hacerse también según un eje longitudinal. Cuando no intervienen todavía procesos reproductores y se trata solamente de aumentar el número de células o la masa del organismo, el mecanismo existente recibe el nombre de *mitosis*. Este proceso existe, prácticamente, en todas las células vivas.

Para facilitar la descripción del proceso se lo ha dividido en una serie de etapas o fases, pero hay que tener en cuenta que esta división es artificial, ya que el fenómeno tiene lugar de manera continua. Aquí daremos una visión muy generalizada del fenómeno, para conocer todos los cambios visibles que ocurren en la célula y comprender su significación en el proceso de la división celular.

Cuando la célula no está todavía en proceso de división, los cromosomas no son claramente visibles dentro del núcleo. Se dice

PROFASE (PRIMER ESTADO)

Es el primer estado que se puede reconocer en la mitosis y viene anunciado por la división del centrosoma. Los cromosomas aparecen como hilos oscuros, y son capaces de absorber los colorantes. Esto quiere decir que ha habido un cambio químico en los cromosomas, que comprende la pérdida de agua y la incorporación de nucleoproteínas. En este momento desaparece el nucléolo, que probablemente ha proporcionado ácido nucleico a los cromosomas. Cada uno de éstos consiste en dos fibras idénticas ("cromátidas") que están una junto a la otra y se unen en un punto, llamado "centrómero", que es una región muy diferenciable del cromosoma. Su posición es constante para cada cromosoma, pero varía entre los que forman la célula. Las cromátidas se acortan y engruesan durante la profase, por arrollarse sobre sí mismas. Mientras tienen lugar estos cambios en los cromosomas, las dos partes del centrosoma se mueven hacia los extremos opuestos ("polos") del núcleo y la membrana nuclear se rompe. En muchos protozoos, sin embargo, la membrana permanece. En este momento aparece una estructura nueva en la región de los cromosomas. Es el "huso". Está compuesto, normalmente, de filamentos finos, que irradian de cada polo del núcleo. Los filamentos están formados por una solidificación parcial del jugo celular y, normalmente, su número corresponde al de los cromosomas.



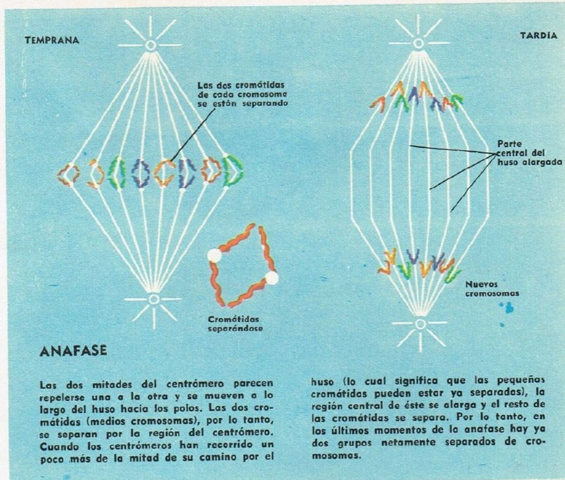
Huso

Cromosomas

Centrómero dividido

METAFASE (ESTADO INTERMEDIO)

Este estado es de corta duración. Los cromosomas parecen estar unidos a la parte central de las fibras del huso por la parte de los centrómetros, que ahora están divididos. Hay una especie de repulsión entre los cromosomas, porque nunca entran en contacto unos con otros. Cuando los cromosomas están ordenados en el huso, el núcleo pasa a otro estado (anafase).



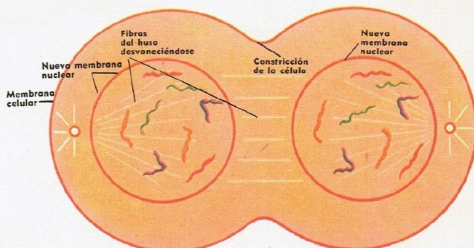
ANAFASE

Las dos mitades del centrómero parecen repelerse una a la otra y se mueven a lo largo del huso hacia los polos. Las dos cromátidas (medios cromosomas), por lo tanto, se separan por la región del centrómero. Cuando los centrómeros han recorrido un poco más de la mitad de su camino por el huso (lo cual significa que las pequeñas cromátidas pueden estar ya separadas), la región central de éste se alarga y el resto de las cromátidas se separa. Por lo tanto, en los últimos momentos de la anafase hay ya dos grupos netamente separados de cromosomas.

TELOFASE

Cuando se ha completado el crecimiento del huso, los extremos polares de éste desaparecen, y se desarrolla una membrana nuclear alrededor de cada grupo de cromosomas hijos. El cuerpo principal del huso puede resistir durante algún tiempo. Las mitocondrias (corpúsculos celulares), que durante el proceso, hasta ese momento, han rodeado al huso, se marchan a las regiones de los dos nuevos núcleos. Durante la telofase, los nuevos cromosomas se desenrollan, apareciendo, por lo tanto, más largos y más delgados. Ganan agua y su visibilidad es peor. Hemos visto que en la profase (el primer estado) los cromosomas aparecen como filamentos dobles, y que estos filamentos se separan en la anafase. Naturalmente, en algún momento, entre la anafase y la profase de la siguiente división, los nuevos cromosomas deben dividirse a lo largo y producir dos cromátidas idénticas. Esto lleva consigo la producción de material nucleoproteico. La división puede tener lugar durante la anafase tardía, la telofase, o durante el período de reposo. Los trabajos más recientes muestran, sin embargo, que la división puede tener lugar durante la anafase temprana.

Cuando la membrana nuclear se forma durante la telofase, la célula empieza a dividirse. El proceso varía, según los tejidos y según las especies. El proceso más usual es la aparición de una constricción en el centro de la membrana celular. La constricción aumenta hasta que la membrana se reúne en el centro, produciendo dos células hijas más pequeñas, cada una de las cuales contiene un paquete de citoplasma. Un método más frecuente en las células vegetales es la producción de una línea de vacuolas en el centro. Las vacuolas aumentan de tamaño hasta que se juntan, dejando dos células separadas.



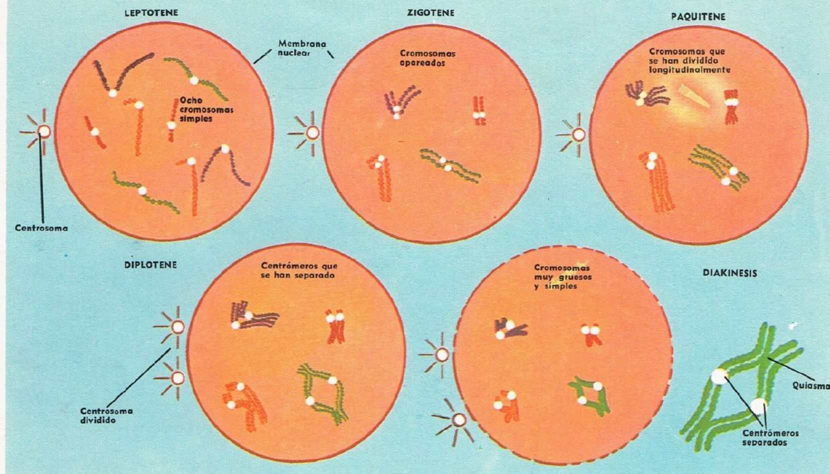
que el núcleo está en "reposo", a pesar de que hay numerosos procesos químicos que tienen lugar continuamente en la célula. El tiempo necesario para que la mitosis tenga lugar completamente varía según las especies, pero es necesario un promedio de seis a veinticuatro horas.

El proceso de la reproducción, en la mayoría de las plantas y de los animales, lleva consigo la fusión de los núcleos de las células germinales del padre y de la madre. Si cada núcleo de los progenitores tiene un par de cada tipo de cromosomas, los núcleos de la descendencia tendrán dos pares, y así sucesivamente. Esta situación se haría pronto imposible, y por lo tanto, en casi todos los organismos hay un proceso especial mediante el cual, en algún momento, el número de cromosomas se reduce a la mitad durante el proceso de la reproducción. Este mecanismo se llama *miosis*. Las células normales del cuerpo contienen un par de cada tipo de cromosomas; es lo que se llama estado *diploide*. Las células sexuales se forman por medio de esa división miótica, y por eso cada una contiene solamente un juego de cromosomas. Es lo que se llama el estado *haploide* de las células. Al igual que la mitosis, la miosis puede dividirse en varias fases.

PROFASE (PRIMER ESTADO) DE LA MIOSIS

Es un estado bastante largo, durante el cual se hacen preparativos para la división. La profase se subdivide en cinco fases. La primera —"leptotene" — muestra unos cromosomas parecidos a los de la mitosis, pero "no" están divididos longitudinalmente en cromátidas. Tienen una apariencia granular como consecuencia de los numerosos trozos que aún no han llegado a teñirse.

Cada par de cromosomas se reúne formando las "bivalentes", y entonces se dice que el núcleo está en "zigotene". Al final de esta fase los cromosomas están estrechamente apareados en toda su longitud. Son más cortos y más gruesos que en el leptotene. La fase siguiente —"paquitene"— se caracteriza por el enrollamiento de los cromosomas uno alrededor de otro y por la división longitudinal en cromátidas. Tan pronto como esto ocurre, los cromosomas comienzan a separarse, pero permanecen unidos por uno o más puntos llamados "quiasmas". En estos puntos tiene lugar con frecuencia la ruptura y recombinación de los cromosomas ("crossing over"). La fase de la separación se llama "diplotene" y la sigue la "diakinesis". Los centrómeros de los bivalentes se han separado y la membrana nuclear ha desaparecido. En ese momento, el centrosoma se ha dividido también. Se forma un huso, y los bivalentes se ordenan a su alrededor. Entonces el núcleo entra en metafase.





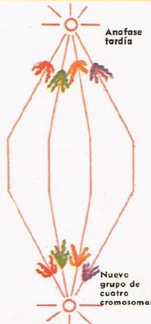
METAFASE (ESTADO MEDIO)

Los centrómeros de los cromosomas están asociados con el huso y colocados en el centro de éste.

ANAFASE

Los cromosomas se alejan y quedan separados como en una mitosis, pero cada grupo tiene ahora la mitad del número de cromosomas.

La segunda división de la miosis tiene lugar inmediatamente en cada nuevo grupo de cromosomas. Esto es igual a lo que ocurre en una mitosis normal, excepto que cuando los cromosomas son visibles ya como estructuras dobles, no hay una profase diferenciada. El resultado de la miosis, por lo tanto, son "cuatro" células germinales haploides o "gametos". La separación de los cromosomas durante la formación de los gametos, y su reunión durante la fecundación, significan que se están formando siempre nuevas combinaciones, lo que en la evolución representa un factor importante. La ruptura y la recombinación de los cromosomas aumenta, además, esta variación y produce mayor número de combinaciones inesperadas de caracteres.



FABRIL 7-8-64



NUEVAS
REALIDADES,
NUEVOS
TÉRMINOS

LA ALIMENTACIÓN DEL MUNDO

El que haya leído las estadísticas sobre la alimentación en el mundo, sabrá, sin duda, que un gran porcentaje de la población humana no recibe en su dieta una proporción suficiente de proteínas. Más de 2.000 millones de individuos que viven en regiones subdesarrolladas consumen sólo el 70 % de las calorías necesarias para el desarrollo de su actividad normal, y únicamente el 20 % de la dosis correspondiente de proteínas animales. El problema es muy grave, dada la desigual distribución de los alimentos entre los habitantes de muchas de las regiones incluidas en las estadísticas, cuyos datos están expresados en porcentajes medios. Cientos de millones de individuos consumen, día tras día, y año tras año, cantidades deficitarias de este alimento esencial (proteínas). Las consecuencias de esta situación son tan abrumadoras que todas las personas e instituciones mundiales deberían considerarla detenidamente y, también, decidirse a llevar a cabo soluciones inmediatas y eficaces.
Cualquier fuente potencial de proteínas es siempre recibida con entusiasmo. Entre éstas podemos citar a una familia de peces conocida con el nombre de **tilapia.**

Estos peces se alimentan directamente de algas, de la vegetación acuática primaria, así como del plancton animal, y termina en sus organismos el proceso de síntesis de proteínas a partir de iones y elementos inorgánicos, realizado en dos etapas. Son peces muy resistentes, crecen rápidamente y se multiplican en abundancia. Habitan, además, en regiones próximas a la zona de desnutrición crónica, que comprende las regiones tropicales y subtropicales. Bajo los auspicios de instituciones internacionales, tales como la Organización de Agricultura y Alimentación de las Naciones Unidas, de programas bilaterales realizados por la asistencia técnica, y gracias al trabajo del personal de piscifactorías locales, la cría de estos peces se ha extendido en corto plazo en las costas de África, de las islas de Indonesia, de Filipinas, de la India, de Malaya y de Tailandia, hasta las islas del Caribe, e incluso al sur de los Estados Unidos.
En la actualidad, los técnicos estudian uno de los problemas que presenta la cría de los **tilapia.** Su fertilidad, que es una de sus mejores cualidades, presenta, por otra parte, un gran inconveniente. Por razones que todavía no son conocidas, los ejemplares crecidos en piscifactorías alcanzan la madurez y comienzan sus puestas demasiado pequeños. Como resultado, las aguas del estanque donde son criados se pueblan rápidamente de peces chicos que no pueden constituir una base alimenticia adecuada.
Se están llevando a cabo estudios experimentales para obviar esta dificultad. Entre las soluciones propuestas se encuentra la de C. F. Hickling, que consiste en criar tilapias machos por separado. Parece ser que con este nuevo método se consiguen mejores resultados y que, en definitiva, la cría de estos peces será una fuente económica y abundante de sabrosas proteínas que contribuirá a remediar la escasez de este alimento, que afecta a tan alto porcentaje de la población humana.

PARA SEPARAR SUSTANCIAS

En todo tipo y variedad de investigación de estructuras moleculares de sustancias complejas, el químico necesita trabajar con compuestos puros. Las técnicas básicas de separación de sustancias diferentes son bien conocidas. Generalmente, están basadas en las distintas constantes físicas que presentan los compuestos a separar, por ejemplo, sus puntos de fusión y de ebullición, como sucede en la fusión y en la destilación fraccionadas, respectivamente. Cuando los compuestos a separar tienen propiedades muy semejantes, el problema es más complicado. La importancia que en los últimos tiempos han alcanzado los estudios biológicos ha exigido el desarrollo de nuevas técnicas para solucionar este problema. Difícilmente podría el químico resolver con éxito el problema de separar los cientos de enzimas y otras proteínas de la sangre, o las hormonas que segregan las glándulas, o las docenas de antibióticos que resultan de un simple proceso de fermentación, si no contase con las nuevas técnicas desarrolladas con este fin.
El Dr. L. C. Craig es el autor de una nueva técnica denominada "Reparto a contracorriente" (R. C. C.) que tiene una gran eficacia en la separación de sustancias químicas, o biológicas, de propiedades físicas extremadamente análogas. En este sentido, es muy de tener en cuenta que las ligeras diferencias que existen entre estas sustancias pueden ser críticas, hasta el punto de que cobren importancia de vida o muerte. Trabajando en colaboración con Otto Post, el Dr. Craig ha puesto a punto su aparato, que consiste en un complicado sistema de tubos en los que va teniendo lugar, en etapas sucesivas, un proceso de extracción líquido-líquido. Es muy probable que dos sustancias no sean igualmente solubles en dos disolventes distintos, y, si estos disolventes no son solubles entre sí, es posible separarlos fácilmente. El aparato, que funciona automáticamente, trabaja de la siguiente manera: las sustancias que van a ser separadas se disuelven en uno de los disolventes; y la solución se agita con el otro disolvente para formar una emulsión (como en el caso del aceite y el agua). La sustancia que se quiere recoger se disuelve más en un disolvente que en el otro, cuando se agita en los tubos. La emulsión formada favorece una rápida distribución de las sustancias entre los disolventes. Cuando éstos se separan, un ordenador electrónico adaptado hace que la operación se vuelva a repetir. Para lograr la separación de algunas sustancias se requieren cientos, o miles, de estos procesos parciales, pero, en casos favorables, se consiguen productos químicamente puros. El Dr. Craig ha utilizado con éxito este método de separación en investigaciones sobre derivados de quinina, penicilinas, ácidos grasos, hormonas de la glándula pituitaria, hormonas del paratiroides, etc.



CORREO DE LECTORES

CONSULTAS AGRUPADAS

J. D. y A. L. C. R. — Hemos visto con desagrado que, desde el segundo tomo, la revista contiene artículos que no tienen que ver con el título de la misma (astrología, anatomía, botánica, etc.).

TECNIRAMA no es solamente una enciclopedia de la técnica, sino también de la ciencia, como indica su subtítulo. Y no sólo hay técnicas en las disciplinas de física y química, sino también en las otras disciplinas que a ustedes les atraen menos. Precisamente, el desarrollo de unas no puede verificarse sin el de las otras, y viceversa. Es necesario un desarrollo armónico de todas ellas, y un técnico bien formado, por mucho que se oriente hacia una especialidad, no es completo si no adquiere una formación básica general del conocimiento humano, es decir, una formación de tipo universitario.
La mayoría de los artículos científicos de TECNIRAMA contienen una parte importante de aplicaciones técnicas, y aunque sólo se ocupan, en algún caso, del problema meramente científico, téngase en cuenta que la ciencia siempre dirige a la técnica y que es condición "sine qua non" que se comprenda previamente su fundamento teórico, para realizar satisfactoriamente una técnica y perfeccionarla, si llega el caso.
A pesar de todo, para vuestra tranquilidad, les comunicamos que tendrán ocasión de comprobar, en números sucesivos, que se dedica una gran cantidad de artículos exclusivamente a estos temas que a ustedes les apasionan.
S. Martínez. — Celebramos su entusiasmo por nuestra revista y nos esforzaremos en mantener y mejorar nuestras secciones.
Respecto a las modificaciones que usted nos propone, nos merecen la máxima consideración, y serán objeto de un detenido estudio. Ha de tener usted en cuenta, sin embargo, que la distribución de los artículos que componen la revista es una cosa planificada con mucha antelación, en la que todas las preferencias personales no pueden ser satisfechas a la vez, sino que más bien hemos de conjugarlas para lograr que el conjunto sea de interés general.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

PRESENTE Y PORVENIR DE LOS CIENTÍFICOS Y TÉCNICOS

¿Qué campo de acción tienen hoy un doctor, un licenciado o un ingeniero? ¿Dónde pueden trabajar? ¿Qué ingresos pueden percibir? P. R.

Procuraremos contestar a este amable corresponsal de una forma amplia, es decir, dándole una impresión general del problema en el mundo.

En realidad, el problema radica en la escasez de científicos y técnicos, que se nota en casi todas las naciones progresistas del mundo. Se hacen planes de estudio orientados a la capacitación masiva de estas profesiones, porque la industria y la investigación no pueden progresar sin la dotación oportuna de estos titulados superiores.

La Unión Soviética tiene muy bien organizados estos planes educativos y su ritmo de producción es de unos 50.000 ingenieros por año. En Estados Unidos, donde el nivel de vida es, por ahora, superior y, por lo tanto, resulta más fácil conseguir una situación acomodada sin necesidad de título académico, preocupa este problema. Se reclutan técnicos y científicos en toda Europa y, desde luego, se dan las máximas facilidades a aquellos que quieren trabajar allí.

El problema es acuciante porque, además, todos los países africanos y asiáticos, que han logrado recientemente la independencia, se disponen a industrializarse rápidamente y, por medio de la UNESCO, solicitan titulados de toda clase. Por tanto, el problema no es escasez de trabajo, sino todo lo contrario, aunque extemporáneamente en contados países suceda a la inversa, lo que se traduce en una emigración más o menos velada de sus técnicos.

Dentro de su variedad, los ingresos son lo suficientemente altos para permitir que los profesionales puedan vivir holgada y cómodamente. El citar cifras concretas puede dar lugar a conclusiones erróneas, puesto que todo depende del poder adquisitivo de la moneda de cada país.

Sin embargo, para dar una ligera idea sobre este aspecto puede consignarse que en Estados Unidos, por ejemplo, se pagan de 500 a 800 dólares por mes a un técnico recién graduado; en Alemania, de 1.500 a 2.000 marcos; en España, país menos industrializado, aunque en proceso de desarrollo, un técnico con muy ligera experiencia puede ganar de 15.000 a 20.000 pesetas. En Hispanoamérica, por medio de la UNESCO, se ofrecen puestos de trabajo para técnicos de alguna especialización: 40.000 cruceiros (Brasil), 1.000 bolívares (Venezuela), etc.

En la República Argentina, tomando una media proporcional, oscila entre $ 25.000 y $ 40.000.

Y PARA CONCLUIR...

NO TODOS SABEN QUE...

El F.B.I. y la Policía Montada del Canadá están colaborando con Scotland Yard con el propósito de suprimir el tráfico de drogas en Gran Bretaña, que se ha incrementado rápidamente en los últimos años. • Complicaciones derivadas del sarampión causan una mortalidad doble que la poliomielitis. • Nuevos métodos basados en el trasporte sobre colchón de aire están siendo utilizados para trasladar las secciones del cohete Saturno y maquinaria auxiliar, que pesan 86 toneladas. • Los depósitos subterráneos de petróleo serán fabricados, en el futuro, de plástico reforzado con fibra de vidrio. • Utilizando el método del Carbono 14, se ha podido determinar que Alaska tuvo un clima mucho más cálido hace unos 10.000 años. • Cuando un meteorito atraviesa la atmósfera terrestre, va dejando un rastro de partículas ionizadas. • Si se fuma mucho durante el embarazo, se aumenta la probabilidad de un alumbramiento prematuro. • Las sustancias "atractivas" sexuales de los insectos son los compuestos de actividad más potentes que se conocen en el orden fisiológico.

LOS ÁTOMOS Y LA ORDENACIÓN PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS

La idea de que la materia estaba constituida por unos noventa tipos de unidades fundamentales no acababa de convencer a los científicos. Hemos visto cómo durante el siglo XIX se iban acumulando pruebas, procedentes de varias fuentes, de que el átomo no era tan simple como una minúscula bola de billar, y que para explicar las interacciones entre los átomos, era necesario que éstos tuvieran una estructura más complicada.

En 1815, William Prout sugirió que todos los átomos estaban formados por átomos de hidrógeno, y como prueba de su hipótesis adujo el hecho de que todos los pesos atómicos conocidos hasta entonces eran, aproximadamente, números enteros. La hipótesis de Prout ganó inmediatamente muchos adeptos, cuyo entusiasmo disminuyó cuando Jean Seats demostró, con exactas medidas, que el cloro tenía un peso atómico de 35,46.

Los intentos de relacionar las propiedades químicas de los elementos con sus pesos atómicos prosiguieron entonces con renovado ardor, pero no tuvieron éxito hasta después de 1860, cuando John Newlands tabuló los elementos, ordenándolos según sus pesos atómicos, y observó que existía cierta regularidad en las propiedades químicas de los elementos, que se repetían por octavas. De este modo, enunció su ley, denominada Ley de las octavas y la relacionó con la escala musical, proporción que los científicos de su época acogieron con ironía. Entre 1868 y 1870, una serie de trabajos de J. L. Meyer y D. Mendeleiev establecieron claramente los principios del "sistema periódico de los elementos". La Tabla Periódica sistematizó inmediatamente la química inorgánica, hizo posible la predicción de los propiedades de elementos aún desconocidos, y puso de manifiesto la existencia de una regularidad estructural de la constitución atómica. Estudios más finos revelaron ciertas anomalías en la disposición de los elementos, según sus pesos atómicos. Por ejemplo, cuando William Ramsay descubrió los gases nobles (1894-1897), encontró que el argón tenía un peso atómico de 39,88, que era evidentemente mayor que el del potasio (39,10), mientras éste ocupaba un lugar posterior al argón en la Tabla Periódica. Tales excepciones indicaban que se desconocían ciertos hechos fundamentales, relativos a la estructura atómica. La respuesta iba a ser encontrada como resultado de experimentos realizados en un campo ajeno a la química: las descargas eléctricas a través de gases.

FRASE DE LA SEMANA

Dijo William Blake: "A los ojos del hombre con imaginación, la naturaleza es la imaginación misma."

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	35.—	ECUADOR,	Sucres	6.—	*HONDURAS,	Lempiras	0,60	PERÚ,	Soles	10.—
*COLOMBIA,	Pesos	3.—	*EL SALVADOR,	Colones	1.—	*MÉXICO,	Pesos	3,50	*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*COSTA RICA,	Colones	2.—	ESPAÑA,	Pesetas	18.—	*NICARAGUA,	Córdobas	2.—	*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
*CHILE,	Escudos	1.—	*GUATEMALA,	Quetzales	0,30	*PANAMÁ,	Balboas	0,30	URUGUAY,	Pesos	4,50
									*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 5 de octubre de 1964.

Nº 52

tecnirama

ENCICLOPEDIA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA ®



AUTORES CONSULTADOS SOBRE TEMAS ESPECIALES DE ESTE NÚMERO: **P. AILLERET (Director de Electricité de Francia), rectificación. Dr. Rudolf ALTEVOGT (Münster), estructura de los animales cordados. Prof. Horace A. BARKER (Dpto. de Biología, Universidad de Harvard), la reproducción en el reino vegetal. M. ARON (Prof. de la Fac. de Medicina de Estrasburgo), Guillermo Harvey. Prof. Frank J. BLATT (Univ. Michigan), rectificación. Dr. Ralpf A. BURTON (Dir. del Southwest Research Inst.), equivalencia de escalas de temperatura. Jean-Jacques CAPART (Dr. en ciencias, París), qué son los isótopos. Dr. William J. CLENCH (Jefe Div. Moluscos, Museo Zoología, Univ. Harvard), estructura de los cordados. Dr. Carl L. CORE (Decano Univ. Virginia Oeste), reproducción en el reino vegetal. C. F. CURTISS (Prof. Química, Univ. Wisconsin), oxígeno, hidrógeno y agua. Dr. Paul E. DAMON (Prof. Univ. Arizona), oxígeno. Ing. Claude ETIEVANT (Comisionado energía atómica, Francia), qué son los isótopos. J. FUSET TUBIÁ (Prof. Univ. Barcelona), el lenguaje de las abejas.**

TECNIRAMA ®, Enciclopedia de la ciencia y la técnica de hoy, es una obra sistemática que se publica en forma de semanario encuadernable. Una vez eliminadas las cubiertas de los ejemplares, las páginas interiores numeradas forman un curso progresivo. Dichos fascículos se coleccionan cómodamente en prácticas tapas-libro para trece números cada una, que aparecen trimestralmente e incluyen los índices temáticos y alfabéticos completos del tomo.

Publicado en Argentina por

EDITORIAL CODEX S.A.

BOLÍVAR 578 BUENOS AIRES



AÑO I
TOMO IV
Nº 52

SUMARIO

Distribuidores, agentes de suscripciones y venta de ediciones anteriores: **ARGENTINA:** Distribuidora Universal S.R.L., Brandsen 1868, Buenos Aires. **COLOMBIA:** Editorial Publex Colombiana, Carrera 7ª Nº 13-58, Bogotá. **COSTA RICA:** Carlos Valerín Sáenz y Cía., Apartado 1924, San José. **CHILE:** Cía. Chilena de Ediciones S.A., Santo Domingo 1175, Santiago. **ECUADOR:** Muñoz Hnos., Bvard. 9 de Octubre 732, Guayaquil. **EL SALVADOR:** Librería Hispanoamérica, Emilio J. Simón y Cía., 1ª calle Oriente y 4ª Avenida Norte, San Salvador. **ESPAÑA:** Distribuidora Europea de Publicaciones (DISEUROPA), Córcega 414, Barcelona. **GUATEMALA:** De La Riva Hnos., 9ª Avenida 10-34, Guatemala. **HONDURAS:** Librería Navarro, Calle Real, Comayagüela DC. **MÉXICO:** Distribuidora Publex S.A. (DISPLUBEX), Dir. responsable Marcial Frigolet Lerma, Bolívar 154, México, D.F. **NICARAGUA:** Ramiro Ramírez Valdez, Avda. Bolívar Sur 302 A, Managua. **PANAMÁ:** José Menéndez, Apartado 2052, Panamá. **PERÚ:** Central Peruana de Publicaciones S.A., Avda. Bolivia 154, Lima. **PUERTO RICO:** Matías Photo Shop, Fortaleza 200, San Juan. **REPÚBLICA DOMINICANA:** Librería Dominicana, Mercedes 49, Santo Domingo. **URUGUAY:** Distribuidora Paysandú S. A., Luis P. Ponce 1432, Montevideo. **VENEZUELA:** Distribuidora Guaicaipuro C. A., Principal a Santa Capilla 4, Caracas.

Semanario ilustrado publicado por Editorial Codex S. A., Bolivar 578, Buenos Aires, Argentina. Director: Nicolás J. Gibelli.

Registrada como correspondencia de 2da. clase en la Administración de Correos de Guatemala, Nº 1.554. Reg. de la Propiedad Intelectual Nº 776.798.

TEMA DE LA CUBIERTA

EL LENGUAJE DE LAS ABEJAS. — Mediante "danzas" y movimientos especiales, las abejas pueden comunicarse la dirección y la distancia a que se encuentra el alimento.

Correo Argentino Central B — TARIFA REDUCIDA — CONCESIÓN Nº 7271

Imprimió Cía. Fabril Financiera Iriarte 2035, Bs. As., Argentina



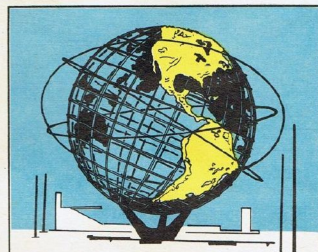
NOTICIAS DE HOY

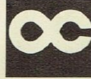
La industria conservera en Francia. — De 1950 a 1962 la producción francesa de conservas de legumbres ha pasado de 200.000 a 500.000 toneladas, lo que supone un aumento anual del 12 %. Francia, por sí sola, produce la mitad de las conservas de legumbres de toda la Comunidad Europea de Naciones. Durante el mismo período de tiempo, la producción de conservas de frutas ha subido en unas 50.000 toneladas.

Entrada libre a la Feria de Nueva York. — Todos los ciudadanos estadounidenses descendientes de los indios mohicanos podrán visitar la Feria de Nueva York, sin desembolso alguno. En 1864, sus antepasados, los pieles rojas, vendieron el terreno que hoy día ocupa el recinto de la Feria, pero los mohicanos conservaron el derecho de acceso libre al mismo.

La gentamicina, un nuevo antibiótico. — Entre los trabajos más interesantes que se trataron en la **III Conferencia sobre agentes antimicrobianos y quimioterapia** (que se celebró en Wáshington a fines de octubre de 1963), se destacó el relacionado con la gentamicina, un antibiótico elaborado en el transcurso de la fermentación de un microorganismo: "Micromonospora purpurea". La gentamicina fabricada por Schering, posee un gran efecto de acción positiva sobre bacterias patógenas. Hoy día se encuentra en experimentación clínica.

Emblema simbólico. — La monumental representación simbólica de la Feria Internacional de Nueva York, que es a su vez el distintivo o emblema de tan magno acontecimiento científico, tecnológico y cultural, está constituido por un inmenso globo terráqueo cuya altura es similar a la de un edificio de 11 pisos.
Totalmente construido en acero inoxidable, se precisaron casi 380.000 kilos de dicho material en su ejecución y el proceso de unión de las partes se realizó por medio de equipos semi-automáticos de soldadura eléctrica, empleándose como material de aporte 600.000 metros de alambre de 0,9 mm. de diámetro.





NOTICIAS DE MAÑANA

Europa producirá tanto como los Estados Unidos. — La producción de sustancias químicas en Europa Occidental y Japón continúa creciendo a ritmo mayor que el de los Estados Unidos, y se espera que en 1970 las ventas conjuntas del Mercado Común y del Reino Unido sean iguales a las de Estados Unidos.
El factor más importante de este crecimiento de la industria química se debe al desarrollo del Mercado Común y de la Comunidad Europea de Libre Cambio. Ello tiende a la creación de un mercado mayor, más integral y, por tanto, con más facilidades de expansión económica.
Otro factor vital puede ser el incremento en el uso del gas natural, del que parece que hay grandes depósitos bajo el Mar del Norte.
Se estima que para 1970 el petróleo y el gas natural proporcionarán el 50 % de la energía necesaria en Europa. Actualmente proporcionan el 22 %.







Cuando hay sol, los "bailes" pueden tener lugar en la plataforma de la colmena. El "baile en círculo" (derecha) indica que el alimento se ha encontrado bastante cerca de la colmena.

EL LENGUAJE DE LAS ABEJAS

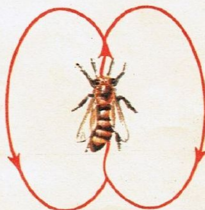
Cuando un arbusto florece no pasa mucho tiempo antes de que lo visite una abeja. Si las flores están cerca de la colmena, se puede observar el regreso de la abeja recolectora de néctar e, inmediatamente después, un gran número de abejas se dirigen al arbusto. Es como si la primera visitante hubiera comunicado el hallazgo a sus compañeras de colmena y las hubiese enviado a buscar néctar.

La abeja recolectora abre su glándula de olor (señalada con una flecha roja) para guiar a sus compañeras hacia donde se encuentra el alimento.

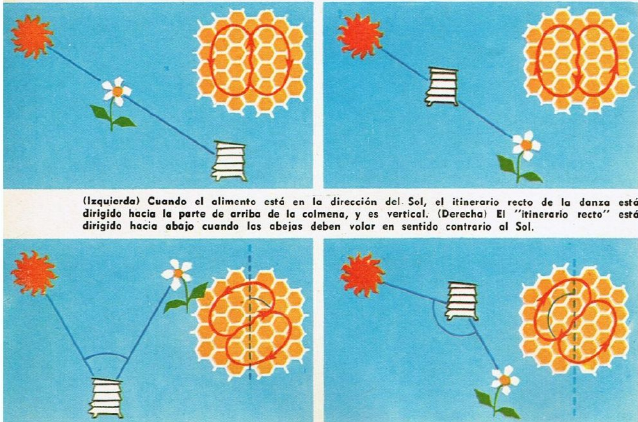


Esto ha sido comprobado después de repetidas observaciones. Gracias a los trabajos de un zoólogo austríaco, Karl von Frisch, conocemos mucho acerca del modo en que las abejas se comunican, o sea, sobre el *lenguaje de las abejas*. Von Frisch y sus colaboradores han estudiado las abejas durante años, llevando a cabo observaciones pacientes y detalladas sobre su comportamiento. En general, en los experimentos se marcan las abejas con pequeñas manchas de pintura y se usan paredes de cristal en las colmenas para observar a los insectos. Otros investigadores han realizado experimentos análogos, que confirman las observaciones de von Frisch.

Cuando una obrera joven abandona por primera vez la colmena para ir a recoger alimento (néctar y polen), vuela durante un corto tiempo alrededor de la colmena o muy cerca de ésta, realizando lo que se llama *vuelo de orientación*. Fijándose en algunas características, como el color y la posición de la colmena, puede distinguir su propia casa. Gradualmente, la abeja recorre zonas cada vez más amplias, aprendiendo nuevos puntos de referencia para regresar sana y salva con su cargamento. La abeja, sin embargo, tiene un buen sentido de orientación y puede, además, establecer una *línea de abejas* hacia la colmena, sin sus puntos de referencia familiares. Parece que puede recordar la dirección en la que ha viajado desde la colmena. En sus primeros experimentos, von Frisch colocaba platos con soluciones de azúcar, o ramilletes de flores, alrededor de la colmena y marcaba las abejas visitantes. Esperaba el regreso de las abejas a la colmena, y así podía presenciar su comportamiento. Entonces lograba ver, a los lados del panal, las abejas marcadas que exudaban gotas de néctar o de solución de azúcar, que luego eran trasportadas por otras abejas y colocadas en celdillas de almacenamiento. Al mismo tiempo, las abejas que habían vuelto se excitaban mucho y corrían describiendo círculos. La excitación era contagiosa, y muy pronto otras abejas las seguían, guiadas, aparentemente, por el olor y el tacto. Von Frisch denominó a esta actividad "el baile en círculo". La abeja describe sus círculos primero en una dirección, y luego en otra, parándose ocasionalmente para descargar alguna gota de líquido. El "baile" duraba hasta medio minuto, y a continuación la abeja guía salía



El "baile del contoneo" indica la dirección y la distancia del alimento. Los esquemas están basados en los de von Frisch.



(Izquierda) Cuando el alimento está en la dirección del Sol, el itinerario recto de la danza está dirigido hacia la parte de arriba de la colmena, y es vertical. (Derecha) El "itinerario recto" está dirigido hacia abajo cuando las abejas deben volar en sentido contrario al Sol.

El ángulo entre el Sol y la comida que hay que ir a buscar se traza entre la vertical y la parte o itinerario recto de la danza. Las abejas vuelan manteniendo este ángulo con el Sol.

hacia el lugar donde estaba la comida. Inmediatamente la seguían muchas otras abejas. Evidentemente, "el baile circular" había informado a las otras abejas de la existencia de la comida y las animaba a buscarla. Otras abejas "bailaban", a su vez, al regresar, consiguiendo más buscadoras de alimento. El baile no siempre tenía lugar en los panales, y podía presenciarse también en la plataforma de aterrizaje de la colmena, especialmente cuando había sol. La rapidez con que las nuevas buscadoras encontraban la comida sugería que habían recibido alguna información contenida en el baile.

Los experimentos han probado que, si después de haber alimentado a las abejas en un platillo colocado, por ejemplo, al sur de la colmena, se colocan nuevos platillos en otras direcciones, los nuevos platillos son visitados con tanta frecuencia como el primero. Esto prueba que las abejas buscan en todas las direcciones, y que no están guiadas hacia un punto determinado. Aumentando gradualmente la distancia a la colmena de todos los recipientes, llegan cada vez menos abejas a ellos, consecuencia lógica, si las abejas buscan al azar. Sin embargo, cuando la distancia entre la colmena y el alimento alcanza a unos cien metros, los platillos colocados más tarde reciben la visita de poquísimas abejas, mientras que el que había sido colocado primeramente al sur atrae a muchas. Evidentemente, ahora tienen algunos informes sobre la dirección. Si no fuese así, habrían gastado mucho tiempo y esfuerzos para buscar a esa distancia.

Las abejas que vuelven bailan en el panal (o en la plataforma), pero el baile difiere del "baile en círculo". Von Frisch ha llamado a esta segunda clase de baile "el baile del contoneo", por la manera en que las abejas hacen vibrar su abdomen. La abeja describe un "ocho" y vibra el abdomen mientras recorre la línea central (la "dirección recta"). Los experimentos demuestran que este baile de contoneo indica la situación del alimento, y también su distancia. Cuando tiene lugar en la plataforma, es decir en una superficie horizontal, la "dirección recta" apunta hacia el lugar del alimento. Mientras siguen la danza, otras obreras se fijan en el ángulo del Sol con la dirección de la danza y, cuando vuelan, mantienen constantemente este ángulo con el Sol. Esto no es posible cuando el baile tiene lugar en las paredes de los panales, en el interior de la colmena, porque no pueden ver el Sol. Entonces la abeja usa una línea vertical para representar la dirección del Sol, y realiza la danza con un cierto ángulo respecto a la vertical. Este ángulo es igual al que hay entre el Sol y el alimento. Si el alimento está en dirección opuesta al Sol, la "dirección recta" va hacia abajo.

Puede pensarse entonces que las abejas sólo se orientan cuando luce el Sol, pero éstas vuelven a sorprendernos con sus habilidades. Mientras hay una parte de cielo azul visible, logran detectar la posición del Sol, porque la luz del cielo está polarizada en relación con la mayor o menor altura del Sol. Las abejas lo detectan de algún modo, y el baile se realiza en la forma usual.

Las abejas tienen un sentido del tiempo muy perfecto. Supongamos que una abeja va a buscar comida por la mañana y vuelve para bailar después del mediodía; la posición del Sol en el cielo ha cambiado, pero la abeja la indica correctamente. Cuando el vuelo es largo, y cambia el ángulo del Sol, la abeja hace las correcciones necesarias, de forma que vuelve derecho a la colmena.

La prueba más convincente del sentido del tiempo de las abejas se consiguió con el siguiente experimento: las abejas fueron alimentadas por la tarde con un platillo colocado al oeste de la colmena, en la dirección del Sol. La colmena fue trasladada durante la noche a muchas millas de distancia, pero a la mañana siguiente las mismas abejas volaron, sin equivocarse, en la dirección contraria al Sol, es decir, hacia el oeste. Tuvieron en cuenta, por lo tanto, el espacio de tiempo trascurrido, y el cambio de la posición del Sol. Como la colmena fue trasladada, ni el olor, ni los puntos de referencia pudieron servir de guías a las abejas.

El "baile del contoneo" indica a las abejas que el alimento está a más de cien metros de la colmena, pero contiene, además, una información mucho más detallada. La velocidad del baile varía con relación a la distancia que está situado el alimento. Cuanto mayor es la distancia, más lenta es la danza. Cuando la comida está a unos 150 metros, la danzarina recorre la dirección recta, o parte central de la danza, siete u ocho veces en un cuarto de minuto; y cuando está a unos cuatro kilómetros y medio, sólo la recorre dos veces en ese tiempo.

Cuando han llegado a la zona donde está la comida, las abejas saben dónde buscar. El color de las flores, probablemente, es un medio, pero el olor desempeña un papel más importante. Cada flor tiene su olor particular, y la abeja recolectora lo lleva a la colmena. Sus compañeras pueden percibir el olor durante el baile, y reconocerlo luego al llegar al terreno indicado. Para guiarlas con mayor precisión, la primera visitante deja algo de su propio olor alrededor de las flores. Las abejas, guiadas de este modo, van directamente al alimento, y no desperdician sus fuerzas en flores no abiertas o marchitas. Tanto el color como el aroma desempeñan un papel importante en la constancia con que visitan en cada viaje (o en cada serie de viajes) solamente un tipo de flor. La ventaja para la planta es que así recibe polen de su misma especie, y las abejas se benefician al conocer la posición exacta del néctar en la flor. Así gastan menos tiempo y energías para obtener el mismo resultado.

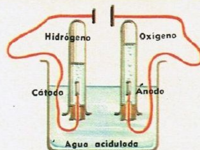
Los "bailes" de las abejas son muy importantes, biológicamente, como reguladores de la actividad de recolección de alimento. Tienen lugar solamente cuando encuentran una fuente importante de alimento; por ejemplo, cuando se abre un nuevo grupo de flores y éstas segregan néctar. Si la calidad (es decir, el contenido de azúcar) baja de un cierto nivel, las abejas ya no danzan y, por lo tanto, no inducen a otras a buscar un alimento de mala calidad. Los bailes tienen por objeto asegurar la recolección rápida y eficaz de los alimentos. Si algunas obreras no se fijan en el baile es porque han descubierto, probablemente, otra buena fuente de alimento en los alrededores. Las abejas de colmenas vecinas producen tipos de miel muy diferentes, de acuerdo con el sitio donde sus abejas encontraron por primera vez una buena fuente de néctar.

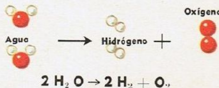


Las abejas se marcan con finas gotas de pintura, mientras se alimentan en los platos que contienen la solución de azúcar.

OXÍGENO, HIDRÓGENO Y AGUA (resumen gráfico)

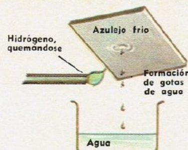
El agua es, probablemente, el compuesto mejor conocido, porque su uso es diario. Cubre las 3/4 partes de la superficie de la Tierra y se encuentra en la atmósfera y en todos los alimentos. Si se pasa una corriente eléctrica por agua acidulada, se descompone en sus elementos. El oxígeno se va al ánodo (el electrodo por el que la corriente entra en el agua) y se desprenden burbujas de hidrógeno en el cátodo (el electrodo por el que sale la corriente). La reacción inversa tiene lugar cuando explota una mezcla de hidrógeno y oxígeno. El hidrógeno se combina con el oxígeno del aire y forma agua. Debido a la relación que hay entre ellos es conveniente hacer un estudio combinado del oxígeno, del hidrógeno y del agua.

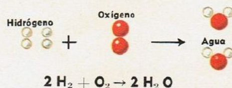




$$2\,H_2O \rightarrow 2\,H_2 + O_2$$

La electrólisis descompone el agua en 1 volumen de oxígeno y 2 de hidrógeno.



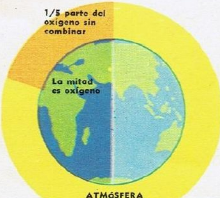


$$2\,H_2 + O_2 \rightarrow 2\,H_2O$$

El hidrógeno arde en el aire, combinándose con el oxígeno para formar agua.

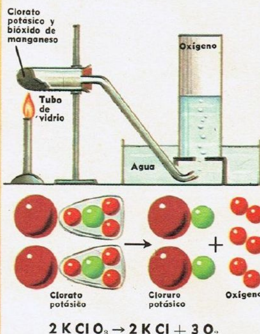
OXÍGENO

En la corteza de la Tierra hay más oxígeno que cualquier otro elemento. De hecho, más de la mitad es oxígeno. Está en forma de óxidos o de otros compuestos que contienen oxígeno. La atmósfera es una amplia fuente de oxígeno sin combinar. Contiene, aproximadamente, 1/5 de oxígeno y 4/5 de nitrógeno.



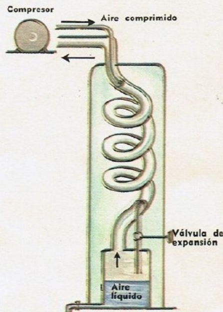
OBTENCIÓN EN EL LABORATORIO

El oxígeno se puede obtener de un compuesto que tenga oxígeno, o separándolo de los otros gases de la atmósfera.



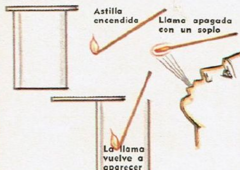
$$2\,KClO_3 \rightarrow 2\,KCl + 3\,O_2$$

El método corriente en el laboratorio es calentar clorato potásico, que se descompone desprendiendo oxígeno. El bióxido de manganeso se añade como catalizador para acelerar la reacción. El gas burbujea en un recipiente de vidrio, desplaza el agua y se recoge allí.



OBTENCIÓN INDUSTRIAL

El proceso industrial consiste en separar el oxígeno del aire. El aire se licua en un refrigerador apropiado. El oxígeno se separa del aire líquido en una columna de destilación. Al calentar el nitrógeno, hierve y queda como residuo el oxígeno.

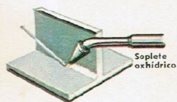


ESTE GAS ES OXÍGENO

Para comprobar que un gas es oxígeno basta introducir en él una astilla con un punto de ignición. Arderá con llama.

PROPIEDADES FÍSICAS

Tanto el aire como el oxígeno son incoloros e inodoros. El oxígeno es un poco más pesado que el aire. (El peso molecular del oxígeno es 32 y, en cambio, el del nitrógeno es sólo 28.) El oxígeno se disuelve ligeramente en agua. Los peces necesitan el oxígeno disuelto para respirar.



USOS DEL OXÍGENO

El soplete oxhídrico se usa para obtener temperaturas de unos 2.500 C.



El soplete de oxiacetileno se usa para cortar metales.



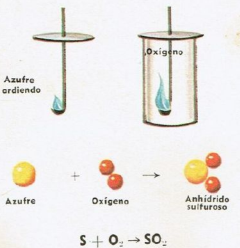
Cámaras de oxígeno para enriquecer el aire que respira el paciente.



Para llenar lámparas fotográficas de "flash". El magnesio de los bulbos arde en presencia del oxígeno con una luz muy brillante.

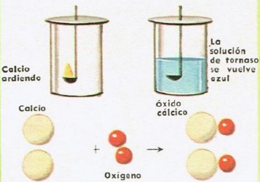
REACCIONES QUÍMICAS

La combustión es la reacción más importante que tiene lugar con el oxígeno. La reacción es la misma en todos los objetos que arden (un trozo de trapo, una cinta de magnesio). Siempre tiene lugar la combinación con el oxígeno, formándose óxidos y desprendiéndose calor. La llama es tanto más brillante cuanto más puro es el oxígeno.



$$S + O_2 \rightarrow SO_2$$

Si al arder los METALES se forman óxidos que se disuelven en agua, éstos azulean el tornasol rojo. Son óxidos "básicos".



$$2Ca + O_2 \rightarrow 2CaO$$

Al arder, el azufre forma un óxido ácido se forman se disuelven en agua, el tornasol azul se vuelve rojo; son óxidos "ácidos".



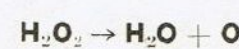
Al arder el azufre forma un óxido ácido cuya solución enrojece el tornasol azul.

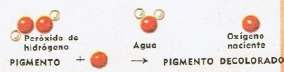
ÁTOMOS DE OXÍGENO SENCILLO

Los átomos de oxígeno sencillo sólo existen en cortos períodos de tiempo, antes de que se unan en pares. El oxígeno simple, conocido como oxígeno "naciente", es mucho más reactivo que las moléculas normales unidas. Los átomos simples pueden oxidar moléculas de otras sustancias, añadiéndose a ellas. Generalmente, la oxidación se lleva a cabo poniendo juntos, en solución, el agente oxidante y el compuesto que va a ser oxidado.

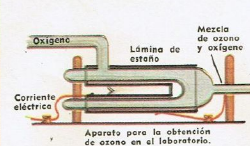


$$H_2O_2 \rightarrow H_2O + O$$

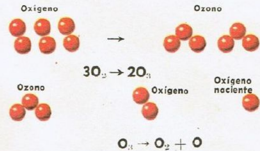




El agua oxigenada, peróxido de hidrógeno, se descompone dando agua y oxígeno naciente. Los átomos de oxígeno se adhieren inmediatamente al pigmento, oxidándolo antes de que tenga tiempo de unirse con otros átomos de oxígeno.



Aparato para la obtención de ozono en el laboratorio.



$$3O_2 \rightarrow 2O_3$$

$$O_3 \rightarrow O_2 + O$$

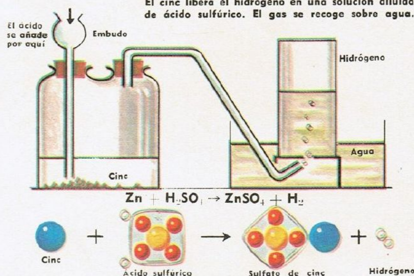
El ozono es otra fuente de oxígeno naciente. Este gas es un "alótropo" (diferente forma) del oxígeno. Cada molécula consta de tres átomos. Se obtiene pasando una descarga eléctrica por aire u oxígeno. El olor de las algas en descomposición, en las costas marinas, "no" es de ozono. El oxígeno naciente liberado por el ozono se convierte en oxígeno y se puede usar para esterilizar y para blanquear.

HIDRÓGENO

La fuente mundial más importante de hidrógeno la constituye el agua y hay varias maneras de extraerlo. Industrialmente, se usan tres métodos. Si se electroliza una solución de salmuera, se desprende en el cátodo hidrógeno casi puro. Otro método se basa en pasar vapor de agua sobre hierro al rojo. El hierro se oxida al reaccionar con el oxígeno del vapor de agua y queda hidrógeno. En el tercer proceso de obtención de hidrógeno se utilizan vapor de agua y aceites, o hidrocarburos ligeros. El carbono de estos compuestos se combina con el oxígeno del vapor de agua, formando anhídrido carbónico, y queda libre el hidrógeno. Puesto que los ácidos contienen también hidrógeno, es conveniente usarlos para obtención en el laboratorio. Se usa un metal para liberar hidrógeno.

OBTENCIÓN EN EL LABORATORIO

El cinc libera el hidrógeno en una solución diluida de ácido sulfúrico. El gas se recoge sobre agua.



$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$$

Cinc + Ácido sulfúrico → Sulfato de cinc + Hidrógeno

ENSAYO



Si se mezcla con aire, y se aplica una llama, el hidrógeno explota con un agudo "pop". El hidrógeno puro apaga la llama.

COMPORTAMIENTO QUIMICO



$$PbO + H_2 \rightarrow H_2O + Pb$$

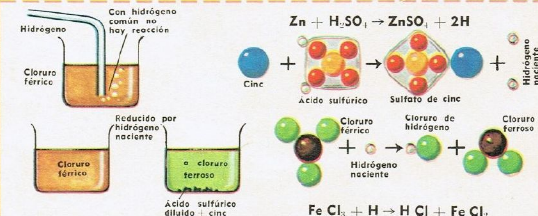
Monóxido de plomo + Hidrógeno → Agua + Plomo

El hidrógeno es un agente reductor. Cuando se le hace pasar sobre diversos óxidos de metales, como óxido de plomo, óxido férrico u óxido de cobre, el hidrógeno separa el oxígeno, forma agua y deja libre el metal.

PROPIEDADES FÍSICAS



El hidrógeno es el más ligero de todos los elementos y el gas menos pesado. Es incoloro e inodoro. Cualquier olor es debido a impurezas. No se disuelve en agua.



$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + 2H$$

Cinc + Ácido sulfúrico → Sulfato de cinc + Hidrógeno naciente

Cloruro férrico + Hidrógeno naciente → Cloruro de hidrógeno + Cloruro ferroso

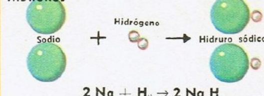
$$Fe\,Cl_3 + H \rightarrow H\,Cl + Fe\,Cl_2$$

El hidrógeno naciente (átomo simple) es un agente reductor mucho más potente que el hidrógeno molecular. Cuando se hace burbujear hidrógeno en una solución parda de cloruro férrico, no hay reacción. Pero cuando se prepara hidrógeno naciente en el mismo recipiente, se acidula la solución y, añadiendo un trozo de cinc, el cloruro férrico pardo se reduce a cloruro ferroso verde.

USOS



HIDRUROS



$$2\,Na + H_2 \rightarrow 2\,Na\,H$$

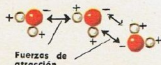
Hay tres tipos de hidruros. "Hidruros de metales activos". Los hidruros de los metales más activos, como sodio, se obtienen cuando éstos se calientan en una corriente de hidrógeno. El hidrógeno se desprende de nuevo cuando se añade agua.

"Hidruros de metaloides". El clorhídrico y sulfhídrico gaseosos son compuestos covalentes, que se forman por una coparticipación de electrones.

"Hidruros de aleaciones". Algunos metales forman este tipo de hidruros, por absorción de grandes cantidades de hidrógeno: por ejemplo, el negro de paladio en polvo puede absorber unas 500 veces su volumen de hidrógeno.

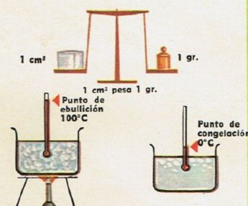
AGUA

El agua, H_2O, por su pequeña masa molecular, 18, d e b e r í a ser un gas. Muchos gases tienen masas moleculares mayores. Esto quiere decir que las moléculas de agua forman agrupaciones de muchas unidades H_2O. Esta unión se realiza por medio del "puente de hidrógeno". Los átomos de oxígeno están ligeramente cargados con cargas negativas y los átomos de hidrógeno, con cargas positivas. Estas cargas sirven para atraer las moléculas entre sí y unirlas ligeramente. Positivo atrae a negativo.



PROPIEDADES FÍSICAS

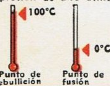
El agua es un líquido incoloro, inodoro e insípido. Un gramo de agua ocupa 1 cm^3 a 4°C (densidad 1 gr/cm^3). El punto de ebullición es 100°C, a una presión de 760 mm. de mercurio. El punto de congelación es de 0°C.



PRUEBA DE QUE UN LÍQUIDO ES AGUA

El sulfato de cobre anhidro se vuelve azul

Si un líquido cambia, al sulfato de cobre anhidro, del color blanco al azul, es agua, aunque puede ser agua con impurezas. Para comprobar su pureza, se hallan los puntos de ebullición y de fusión. El agua pura hierve a 100°C., y funde a 0°C. a la presión de una atmósfera.



SOLVENTE

El agua es el mejor solvente. Disuelve muchos productos en grandes cantidades y hay muy pocas sustancias que no se disuelvan en ella, aunque sea en pequeña cantidad; aun el vidrio lo hace en pequeña proporción. Por esta razón es muy difícil mantener el agua pura.

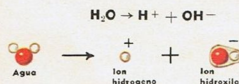
DUREZA

Cuando se disuelven sales de calcio y magnesio en agua, se dice que el agua se hace dura y forma con el jabón espuma insoluble. La dureza se puede eliminar, temporalmente, hirviendo el agua. El bicarbonato cálcico se descompone y se forman partículas insolubles de carbonato cálcico, que no reaccionan con el jabón. La ebullición no elimina permanentemente la dureza. Los iones de calcio o magnesio perjudiciales se pueden separar poniendo otros iones en su lugar. Los iones sódicos no forman espuma con el jabón. El intercambio se puede llevar a cabo con sosa, o con una resina intercambiadora de iones. La destilación es un proceso mucho más costoso para eliminar la dureza del agua.

IONIZACIÓN

El agua se encuentra, principalmente, en forma de moléculas, aunque una pequeña proporción de estas moléculas se descompone en iones hidrógeno e hidroxilo. En cada litro de agua, sólo 18/10.000.000 gramos de agua sufren esta descomposición, formándose 1/10.000.000 gramos de iones hidrógeno y 17/10.000.000 gramos de iones hidroxilo. Probablemente, los iones están rodeados de moléculas de agua.

$$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$$



AGUA DE CRISTALIZACIÓN

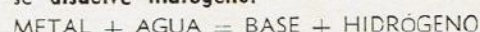
Aunque muchas sales pueden parecer a simple vista muy seca tienen cantidades bien definidas de agua, íntimamente unidas a ellas. Esta agua se puede eliminar por calentamiento. Cada molécula de un cristal de sulfato de cobre tiene 5 moléculas de agua de cristalización.



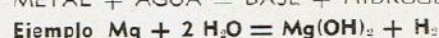
Cristal de sulfato de cobre

METALES Y AGUA

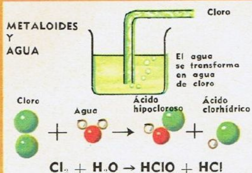
Cuanto más activo sea el metal tanto mejor reacciona con el agua. En la reacción se disuelve hidrógeno.



METAL + AGUA = BASE + HIDRÓGENO



Ejemplo $Mg + 2\,H_2O = Mg(OH)_2 + H_2$



REACCIÓN DEL AGUA CON LOS METALES	
Potasio, Sodio, Calcio	(a) Reaccionan en agua fría
Magnesio	(b) Con agua caliente
Aluminio, Cinc, Hierro	(c) El metal caliente reacciona con vapor de agua
Plomo, Cobre, Plata, Oro	(d) No reaccionan

METALOIDES Y AGUA

Cloro

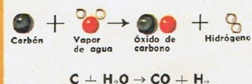
El agua se transforma en agua de cloro

Cloro — Agua — Ácido hipocloroso — Ácido clorhídrico

$$Cl_2 + H_2O \rightarrow HClO + HCl$$

En general, los metaloides no reaccionan con el agua. El cloro y sus homólogos (flúor y bromo) reaccionan, formando ácidos.

AGUA

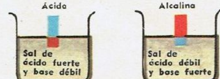


$$C + H_2O \rightarrow CO + H_2$$

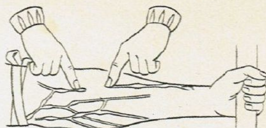
Otra excepción es el carbón. Cuando se hace pasar vapor de agua sobre carbón ardiendo, éste reduce al agua a hidrógeno.

SALES Y AGUA

Las sales están formadas por ácidos y bases. Ciertas sales son parcialmente desdobladas por la accion del agua, con lo que se forman de nuevo un poco de ácido y base. Esto se llama "hidrólisis". Una sal de un ácido débil y una base fuerte da una solución alcalina; y la sal de un ácido fuerte y una base débil, una solución ácida.







GUILLERMO HARVEY

Durante la última década del siglo XVI, y a lo largo del XVII, se hicieron grandes adelantos científicos. Se destacan los nombres de Torricelli, Gilbert, Galileo, Kepler, Newton y Boyle, por nombrar solamente unos pocos. Pero en medicina hay un nombre importante, el de Guillermo Harvey, cuyos estudios sobre la circulación de la sangre, ya descubierta por Miguel Servet, revolucionaron la medicina.

Harvey (1578-1658) nació en Folkestone. Se educó en la *Canterbury Grammar School* y en el *Caius College* de Cambridge. Luego se trasladó a Padua para estudiar medicina, siendo Fabricius uno de sus maestros. Después de graduarse en medicina, volvió a Inglaterra y se estableció en Londres, donde trabajó como médico. Fue nombrado médico del Hospital de San Bartolomé y más tarde llegó a ser catedrático de anatomía y cirugía. En 1618 fue nombrado médico de Jaime I y, más tarde, de Carlos I de Inglaterra.

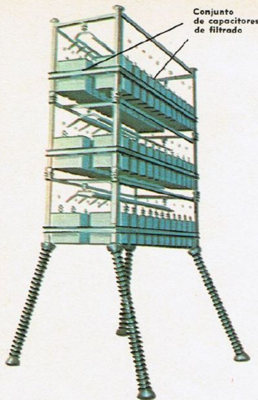
Los resultados de su trabajo sobre la circulación de la sangre fueron publicados el año 1628 en su libro *De Motu Cordis*. Pero los apuntes de su primera clase como profesor, en 1615, muestran que ya sostenía la teoría de que la sangre pasa de las arterias a las venas, que el corazón es una bolsa musculosa y que "el movimiento de la sangre es un ciclo continuo, producido por el latir del corazón". También se dio cuenta de que las válvulas de las venas sirven para impedir que la sangre circule en dirección opuesta. Antes del descubrimiento de la circulación de la sangre, se pensaba que ésta sufría una especie de flujo y reflujo desde y hacia el corazón. No se sabía que la sangre circulaba a través del cuerpo, principalmente porque no se habían descubierto vías de unión entre las arterias y las venas. Se veía que las arterias se ramificaban en vasos cada vez más pequeños al penetrar en los órganos, pero, en un tiempo en el que no existía la ayuda del microscopio, no podían verse los finos vasos que hacen la unión (*capilares*). A pesar de que Harvey no disponía de microscopio para observar los capilares, estaba firmemente convencido de la existencia de canales, a través de los cuales la sangre pasa de las arterias a las venas.

Marcello Malpighi (1628-1694) encontró los capilares por primera vez, pocos años después de la muerte de Harvey, probando así que la hipótesis de éste era correcta.

La importancia de Harvey reside no tanto en *el descubrimiento de la circulación de la sangre,* como en el laborioso procedimiento con que proporcionó las pruebas, con observaciones y experiencias que reforzaban sus razonamientos irreprochables. Hizo muchas veces la disección del corazón y estudió su funcionamiento en el animal vivo. De hecho, el trabajo de Harvey tiene resonancias fuera del campo de la medicina. Se dice que fundó la ciencia de la fisiología y que inauguró el período de la biología moderna.



Harvey enseña un corazón disecado a Carlos I, explicándole la circulación de la sangre.



Se ha proyectado enlazar los suministros de electricidad de Inglaterra y Francia mediante un cable de C.C., a través del Canal de la Mancha. Se enviará la electricidad trasformándola previamente de alterna en continua. Estos conjuntos de capacitores son similares a los que se utilizarán para filtrar la corriente.

RECTIFICACIÓN (2da. parte)

Hemos visto anteriormente que la rectificación de una corriente es un proceso mediante el cual las variaciones de una corriente alterna se trasformaban en pulsos de un solo signo. Este paso nos permitió obtener una corriente continua, pero *impura*, puesto que estaban presentes las variaciones que componían los semiciclos de la alterna de entrada. Si quisiéramos aplicar esta corriente continua impura a un equipo electrónico especial (por ejemplo, un radiorreceptor) estas variaciones se traducirían en un molesto zumbido de fondo durante la audición. Por esta razón, no basta con convertir la corriente alterna en una corriente continua pulsante, sino que debe hacerse a esta corriente continua *pura* o *constante*. La solución consiste en rellenar los huecos existentes entre cada pulso de la c.c. impura. Para lograrlo, necesitamos un elemento que pueda cargarse durante el instante en que circule la corriente y que entregue corriente en el momento en que ésta no llega. Evidentemente, el componente que se adapta a nuestras necesidades es el *capacitor*. Y puesto que la acción que realizaremos será la de depurar o purificar la corriente, lo denominaremos *capacitor de filtro*. Como este capacitor almacena cargas eléctricas, también suele denominárselo *capacitor de almacenaje*.
Veamos de qué manera el capacitor de filtro puede purificar la corriente pulsante. Tan pronto como la válvula permite el paso de la corriente, el capacitor C se cargará. Durante aquella parte del ciclo en la que el rectificador no conduce, la carga permanecerá en el capacitor, ya que sabemos que no puede volver hacia atrás porque el rectificador conduce en un solo sentido. Entonces, una vez cargado el capacitor, la carga permanece constante y, por consecuencia, también la tensión (voltaje).
Las cosas cambian cuando la combinación de rectificador y capacitor de filtro deben suministrar corriente a un equipo electrónico, que hemos representado en las figuras con el resistor R. Este resistor R se denomina *resistor de carga*, y cuando lo que se conecta es un circuito electrónico, recibe el nombre de *circuito de carga*, o simplemente *carga*. Este resistor, o circuito de carga, se encuentra acoplado en paralelo con el capacitor y circula por R una corriente, que no impide que el capacitor se cargue.
Si aceptamos, por simplicidad, que el capacitor se carga hasta su valor máximo (en realidad tarda unos pocos ciclos), alcanzará el valor máximo de la tensión más elevada del pulso. Si no estuviese el capacitor, la tensión en el resistor bajaría hasta cero cuando el rectificador no conduce, no circulando así corriente a través de R. Pero como el capacitor C acumuló carga durante el período de conducción, le cede ésta a R, permitiendo la circulación de corriente aun cuando el rectificador no conduce. El capacitor se descarga, pues, a través del resistor R, y la magnitud de la carga que pierde C depende del valor de R (si R es más pequeña, circulará más corriente, descargando más al capacitor, bajando más rápidamente la tensión entre sus extremos). Tan pronto como la tensión alterna alcanza el semiciclo siguiente, el capacitor vuelve a cargarse, después torna a descargarse, y así continuamente. La inclusión de un capacitor permite, de este modo, una circulación constante de corriente. Es de notar que el capacitor no se descarga totalmente cada vez, sino que lo hace parcialmente. Respecto al valor de la caída, ésta será menor cuanto mayor sea la capacidad de C (puesto que almacena más carga), si mantenemos a R constante. Manteniendo C en un valor dado, se descargará más rápidamente cuanto menor sea el valor de R (exigencia de mayor corriente).
Lo que obtuvimos hasta el momento no es aún una corriente continua pura; tampoco es una corriente alterna; es, más bien, una mezcla de las dos, puesto que tenemos una *componente continua* (valor mínimo en la descarga del capacitor) y una *componente alterna* (las variaciones entre carga máxima y el punto anterior). Además de componente alterna, estas variaciones reciben otros nombres, como el de *tensión de ondulación, rizos*, o *remanente* de alterna. Esta tensión de ondulación es aún elevada para usos electrónicos (seguiría produciendo un zumbido en nuestro receptor). Es posible obtener un mejor filtrado, agregando componentes adicionales en el circuito, que nos permita suprimir esta tensión de ondulación o, en todo caso, debilitarla de tal forma que sea imperceptible en el altavoz.

INDUCTORES Y CAPACITORES

Una ley física, enunciada por Lenz, dice que *un inductor* (arrollamiento de alambre) *tiende a oponerse a cualquier cambio que se produzca en la corriente que lo atraviesa*. Esta propiedad de los inductores también resulta útil a nuestros fines, ya que lo que precisamente queremos es eliminar las variaciones de la tensión de ondulación. Debido a que esta acción es proporcional al valor de la inductancia, deberemos utilizar una de alto valor, que exige núcleo de hierro y que comúnmente se conoce como *inductor* o *impedancia de filtro* ("chokes"). Un inductor opone una gran impedancia (oposición) a la corriente alterna, pero ofrece muy poca resistencia al paso de la continua. Esta acción responde a la propiedad de autoinducción de la bobina. Como el inductor se opone al paso de las corrientes variables y deja pasar la corriente continua, lo conectamos en *serie* con el circuito de carga.
El capacitor se comporta de manera opuesta: ofrece una gran reactancia al paso de la corriente continua, pero por medio de sus cargas y descargas ofrece una reactancia muy baja a las corrientes alternas. Como el capacitor almacena carga para cederla en el instante que disminuye la provisión de corriente, se conecta en paralelo con el circuito de carga.
De este modo, la corriente tiene dos rutas alternativas para fluir: a través del circuito de carga o al cargar el capacitor. Si se escoge el valor del capacitor, se puede hacer que presente una reactancia (resistencia a la alterna) mucho menor que el circuito de carga. Como la corriente toma el camino que le presenta menor oposición, se dirige hacia el capacitor.
En los equipos de alta calidad actuales (y comunes hace algún tiempo en casi todos



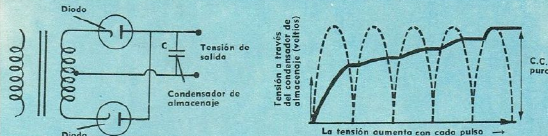
Un inductor deja pasar fácilmente la C.C., pero se opone al paso de la C.A. Por tanto, si la corriente pasa a través de éste las oscilaciones se reducen. A mayor inductancia a la C.A., se obtiene una ondulación más pequeña.

Si la reactancia de un capacitor de corriente alterna es menor que la impedancia a la C. A. de la carga, el componente alterno es desviado hacia el capacitor y no alcanza el próximo paso.

los receptores de radio) los circuitos de filtrado son combinaciones de inductores en serie y capacitores en paralelo, con el circuito de carga. La combinación de filtro más eficaz es la compuesta por células inductor-capacitor (L/C). Sin embargo, es inevitable una ligera tensión de ondulación; con la adecuada elección de los valores de L y C se consigue que la amplitud del remanente de alterna sea tan pequeño que, en la práctica, la corriente pueda adaptarse a muchos usos. Mas, si bien los componentes más eficaces para el filtrado son capacitores de gran capacitancia e inductores de gran inductancia, no es siempre posible su uso debido a razones económicas. Los inductores de filtro de alto valor son caros y en equipos económicos se los suele reemplazar por un resistor. Es el caso de los receptores de radio comunes. El funcionamiento de las células R/C (resistencia-capacidad) como filtro es enteramente similar al explicado. Este resistor debe tener una resistencia de un valor grande en comparación con la reactancia capacitiva del capacitor, lo que presenta el inconveniente de una sustancial reducción de la tensión disponible. Sin embargo, esta reducción, en muchos casos, no constituye un impedimento para el correcto funcionamiento de determinados diseños electrónicos.

RECTIFICACIÓN DE ONDA COMPLETA

En un rectificador de media onda sólo la mitad de la corriente alterna llega a la etapa de filtrado. La frecuencia de la media onda es la misma que la que suministra la red —50 ciclos por segundo—. Ya vimos que el primer capacitor de filtro llena los huecos existentes entre los semiciclos. Pero hasta el momento hemos desaprovechado una mitad de la corriente alterna disponible; por ello lo denominamos *rectificador de media onda* o *de semionda*. Sin embargo, por métodos adecuados, podemos aprovechar la onda completa. El ardid es arrollar el trasformador con dos secundarios de alta tensión, en sentido opuesto. Así en cada extremo, la onda se encuentra invertida respecto al otro. Disponiendo de dos diodos, hacemos que mientras el primero de ellos no conduce, conduzca el segundo, y viceversa. De este modo, obtenemos, a la salida del rectificador, las dos semiondas. La frecuencia de los pulsos será ahora de 100 ciclos por segundo (dos veces la red). Como la diferencia de tiempo entre la aparición de las crestas de la corriente pulsante se redujo a la mitad, puede reducirse también a la mitad la capacidad del capacitor de filtrado, puesto que la reposición de la carga que cedió al resistor R, se produce con el doble de velocidad. La autoinducción de L también elevará su impedancia al doble al llevar al doble la frecuencia.
Por lo tanto, podrán utilizarse componentes de menor tamaño. La corriente proveniente de un rectificador de onda completa es más fácil de filtrar que la de un rectificador de media onda.



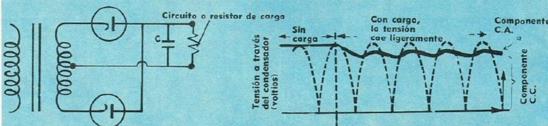
Después de unos pocos ciclos, el capacitor se carga, de forma que el voltaje a través de sus placas permanece constante e igual al pico de la tensión de la corriente rectificada. Un solo capacitor proporcionaría una C.C. pura, si no debiera suministrar corriente al circuito de carga.

La corriente procedente de un rectificador puede ser . . .

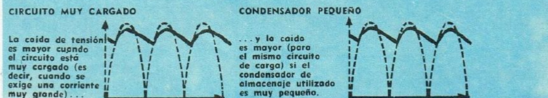


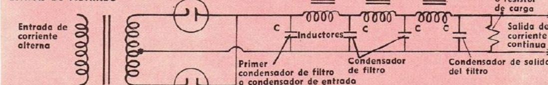
La corriente rectificada y con un solo condensador (capacitor) puede considerarse un paso intermedio entre la corriente alterna . . .



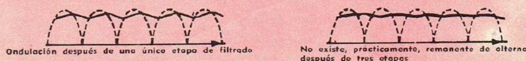


Pero si se conecta un circuito al capacitor de almacenaje, parte de la carga del capacitor se derivará a través del circuito. Al disminuir la carga entre las placas del capacitor se reduce también la tensión entre ellos. Este efecto puede disminuirse incluyendo componentes extras.





Para evitar la caída de tensión a través del capacitor de almacenaje se añaden etapas de filtrado en forma de componentes extras. Éstos, normalmente, constan de inductores y capacitores (véase diagrama superior) Los inductores eliminan la ondulación cuando se colocan en serie con el circuito de carga; los capacitores filtran cuando se colocan en paralelo.

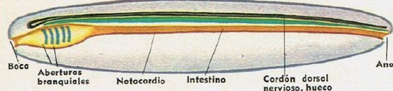


A mayor número de etapas, acción filtrante más eficaz y mejor depurada de la corriente.

LOS CORDADOS

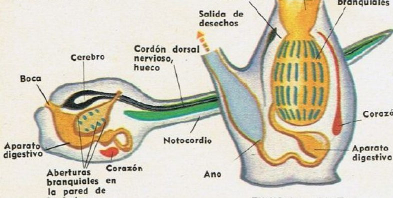
El grupo de animales que comprende las ascidias, lancetas, lampreas, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, se llama "Cordados". En algún momento de su vida, los cordados tienen aberturas branquiales, una varilla de refuerzo, formada por una sustancia elástica ("notocordio"), y un cordón dorsal nervioso, hueco.

CARACTERÍSTICAS DE UN CORDADO TÍPICO



La larva de un tunicado (ascidia) muestra con claridad las características básicas de los cordados, que son menos visibles en el adulto. Tiene un sistema nervioso dorsal hueco, un notocordio soporta la cola y, a pesar de que el aparato digestivo no está bien desarrollado (la larva no se alimenta), tiene, usualmente, un par de aberturas branquiales.

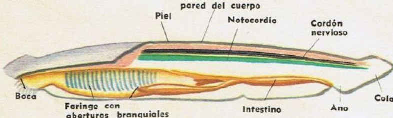
LARVA DE TUNICADO



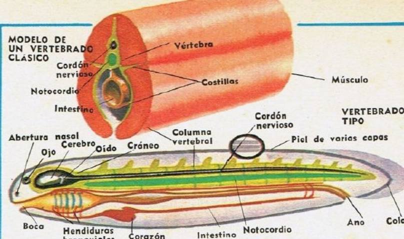
TUNICADO ADULTO

El tunicado adulto no tiene notocordio, y el sistema nervioso central es una masa nerviosa sólida (ganglio), pero la faringe tiene hendiduras branquiales, cuyos cilios se mueven para producir una corriente que trasporta alimentos y oxígeno. No hay celoma, pero existe otra cavidad corporal de distinta naturaleza.

AMPHIOXUS

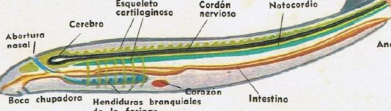


La lanceta ("Amphioxus") tiene las características de un cordado típico. El cuerpo es pisciforme y está comprimido lateralmente. Los músculos consisten en una serie compacta de fibras que permiten que el cuerpo se doble hacia los lados. El aparato digestivo es un tubo largo con boca y ano, y la pared de la faringe está perforada por las hendiduras branquiales. Las branquias tienen cilios. Los cilios vibran, produciendo una corriente de agua que lleva alimentos al interior de la faringe. Hay un celoma (cavidad del cuerpo) alrededor del intestino. El notocordio es un cordón elástico (a lo largo de todo el cuerpo), por debajo del cordón nervioso dorsal. Impide la contracción del cuerpo cuando se dobla. La piel sólo tiene una capa.

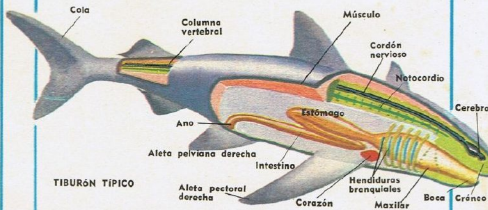


Todos los restantes cordados tienen un "cráneo" y una "columna vertebral" y, a pesar de que esta última no está siempre bien desarrollada en ellos, se les llama vertebrados. La parte delantera de su sistema nervioso se ensancha para formar el cerebro. Tienen asociados con él los órganos especiales de los sentidos: ojos, nariz y oído. Su faringe es pequeña, comparada con la de los cordados invertebrados, y usan las branquias para respirar y no para recoger alimentos. El sistema circulatorio de los vertebrados tiene un corazón con tres cámaras, por lo menos (el "Amphioxus" carece de corazón). Tiene un esqueleto de hueso o de cartílago, y la piel con varias capas.

LAMPREA



Los vertebrados más sencillos (lampreas) carecen de mandíbulas. Su boca está rodeada por una ventosa ancha y redondeada. Tienen en la cola una aleta y sus haces de músculos semejan la forma de doble V. Su esqueleto está formado por el notocordio y el cartílago.



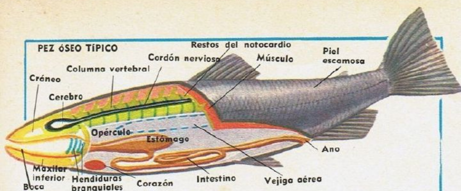
TIBURÓN TÍPICO

Los tiburones, rayas y torpedos (peces cartilaginosos) tienen un esqueleto de cartílago y no poseen huesos. Son los más sencillos de los vertebrados provistos de mandíbulas. Su cráneo está mejor desarrollado que en los vertebrados que no poseen mandíbulas. En casi todos, las hendiduras branquiales son visibles y no están cubiertas por agallas, "opérculos", como en los peces óseos. Las branquias son respiratorias. La piel está cubierta por escamas córneas en forma de dientes, y las mandíbulas se modifican para formar verdaderos dientes. El lóbulo dorsal de la aleta es mayor que el lóbulo ventral. Aparte de las aletas dorsales, que típicamente son dos, hay dos pares de aletas más, situadas dos a dos. Cada par de aletas está sostenido en la base por una estructura. Son las cinturas "pectoral" (hombros) y "pelviana" (caderas). El notocordio está reducido, y, en su mayor parte, reemplazado por vértebras.

Las rayas, las pastinacas (romagueras), torpedos, etc., son peces cartilaginosos que se han aplanado dorsoventralmente.

Liza

Raya

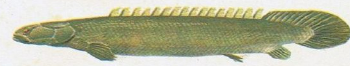


La mayoría de los peces tienen un esqueleto interno formado por huesos, y comprenden los teleósteos, los peces pulmonados y varias formas primitivas que sobreviven todavía, como el bichir ("Polypterus"), el pez aligator ("Lepidosteus") y los esturiones (en estos últimos los huesos están muy reducidos, y el esqueleto se compone, en su mayor parte, de cartílago). La forma es más aerodinámica que la de los peces cartilaginosos, y están más comprimidos lateralmente. La cola es, normalmente, simétrica. Las aletas pares son pequeñas y están sostenidas por radios. Las escamas son aplastadas y delgadas, y no tienen forma de dientes, como en los tiburones. La boca es mayor, y el maxilar inferior más movible que en los tiburones. Las branquias están cubiertas por un opérculo (agalla) y el cráneo tiene estructura complicada. Las mandíbulas están formadas por varios huesos. La columna vertebral está más desarrollada que en los tiburones, y tiene costillas más prominentes. Hay almohadillas (restos del notocordio) entre cada vértebra. (Una característica que no presentan los tiburones es la vejiga aérea, un saco lleno de aire, usado como aparato para la flotación.) El cerebro está mejor desarrollado que en los tiburones.

PECES ÓSEOS



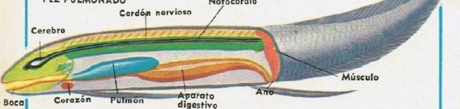
Hay una gran diversidad de formas y de tamaños en los teleósteos. La posición de las aletas pares se utiliza, corrientemente, como criterio de clasificación.



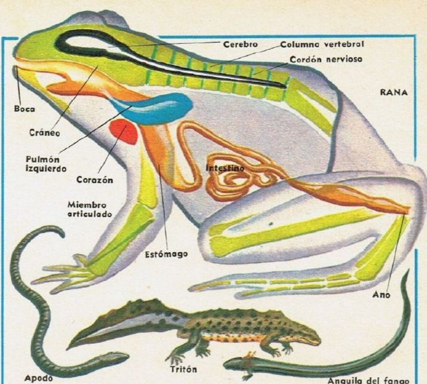
El "bichir" (Polypterus), es un pez óseo cuyo cuerpo está cubierto por escamas gruesas, superpuestas, que tienen forma romboidal. Hay muchos más huesos en el cráneo que en los teleósteos. Los sacos aéreos (pulmones) están formando un par, como en los cuadrúpedos (por ejemplo, en los mamíferos).



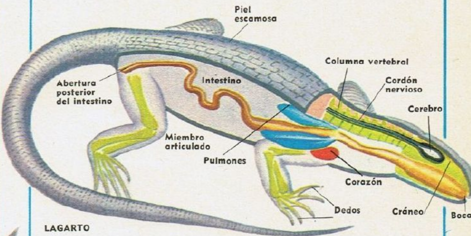
El pez aligator ("Lepidosteus") tiene una apariencia primitiva, y una gruesa cubierta de escamas.



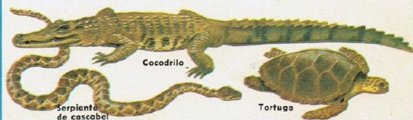
Los peces pulmonados tienen un esqueleto óseo interno. Las formas modernas no tienen vértebras, y el notocordio se presenta como una larga varilla. Las aletas pares son carnosas. Los pulmones están divididos en bolsas. Desempeñan un papel importante en la respiración, por lo que el aflujo de sangre a las branquias es reducido. Las aberturas nasales tienen orificios internos y externos. (En los restantes peces óseos, y en los tiburones, las aberturas nasales no comunican con la boca.)



En contraste con los peces, los anfibios (por ejemplo, ranas y tritones) tienen una piel fina sin escamas (excepto algunos tipos sin patas), que usan para la respiración. Los miembros están articulados, y, a pesar de que el número básico de dedos es cinco, muchos antfibos tienen menos. Al vivir en tierra, el cuerpo se halla sostenido por miembros articulados que lo mantienen (no necesitándolos cuando son criaturas o especímenes acuáticas), y la columna vertebral actúa como una viga, repartiendo el peso del cuerpo entre las cuatro patas. Cuando se mueven rápidamente, los tritones y salamandras acuáticas agitan el cuerpo de manera semejante a los peces. Cuando avanzan lentamente, utilizan las patas, levantando el cuerpo del fondo. En las ranas, el esqueleto y la musculatura están especializados para nadar y para saltar; el número de vértebras es muy reducido. Las ranas adultas tienen un par de pulmones. Solamente los renacuajos tienen branquias; algunas salamandras adultas conservan las branquias.



Los reptiles tienen la piel escamosa. Los miembros anteriores están articulados y tienen, típicamente, cinco dedos (a pesar de que las serpientes carecen de patas). Todos respiran aire por medio de pulmones y crían en tierra, poniendo huevos con cáscara (los anfibios vuelven al agua para criar). Sostienen la cabeza fuera del agua, y el cuello está mejor desarrollado que en los anfibios; pero, a pesar de esto, los esqueletos de ambos son semejantes. Las costillas están bien desarrolladas entre los hombros y la región de las caderas. Los reptiles tienen mandíbulas más potentes que los anfibios.



Abertura nasal
Cerebro
Boca
Columna vertebral
Pulmón derecho
Cordón nervioso
Corazón
Buche
Sacos aéreos
Esternón
Ano
Plumas de la cola

Lechuza
Gaviota
Periquito
Avestruz
Kiwi
Pato Carolina
Pingüino

Las aves tienen algunas características reptilianas, como el hecho de poseer escamas en las patas y de poner huevos con cáscara. Tienen plumas, y los miembros anteriores están modificados en forma de alas. No tienen dientes, sino un pico córneo. Muchos de los huesos son huecos, para reducir el peso del ave y facilitar el vuelo. Las costillas forman una jaula de protección alrededor de los pulmones y del corazón. Tienen un sistema bien desarrollado de sacos aéreos que, al llenarse de aire, favorecen la sustentación y disminuye el esfuerzo a realizar durante el vuelo. Los grandes músculos que mueven las alas, pueden constituir la quinta parte del peso total del cuerpo y están unidos a un gran esternón en forma de quilla. El cerebro está muy bien desarrollado.

Distintos picos y patas

Los mamíferos son los únicos animales que tienen pelo. Los huesos y los músculos de las patas llevan el peso del cuerpo, mientras que la columna vertebral es como una viga de la que cuelgan el aparato digestivo y otras partes. La jaula formada por las costillas protege el corazón y los pulmones, pero hay una diferencia importante entre las aves y los mamíferos, pues estos últimos tienen una separación entre estos órganos y los de la parte inferior del cuerpo, mediante un tabique muscular delgado: el diafragma. El cerebro está mejor desarrollado en los mamíferos que en cualquier otro grupo, permitiéndoles la gran diversidad de actividades características en ellos.
La mayoría de los mamíferos paren sus crías, por lo que las hembras presentan estructuras que no existen en las aves. Los dientes son, generalmente, de varias clases, y están especializados para roer, para desgarrar la carne, etc.

Cerebro
Cráneo
Abertura nasal
Boca
Columna vertebral
Cordón nervioso
Corazón
Pulmón izquierdo
Diafragma
Aparato digestivo
Ano
MAMÍFERO TÍPICO

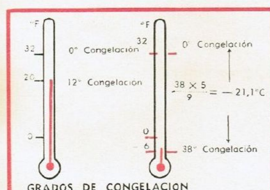


En los marsupiales, las crías nacen prematuramente y son amamantados en el interior de una bolsa. Esta última está sostenida por los llamados huesos epipúbicos.
Los monotremas ponen huevos pero, al igual que otros mamíferos, tienen pelo y amamantan a su prole.

Los mamíferos se apoyan sobre toda la planta (izquierda) o sobre todos los dedos (centro), o sobre uno o dos solamente (derecha).

EQUIVALENCIA DE ESCALAS DE TEMPERATURA

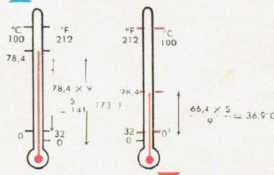
Aunque la escala de temperaturas centígrada (o de Celsius) se utiliza ahora casi universalmente en los laboratorios científicos, la escala de Fahrenheit todavía tiene una gran aplicación en ingeniería, en países de procedencia sajona. Durante muchos años los informes meteorológicos del Reino Unido expresaron la temperatura en grados Fahrenheit, pero en 1962 la Oficina Meteorológica tomó la determinación de usar la escala centígrada.
Evidentemente, hasta que se acepte universalmente el uso de la escala centígrada, se presentarán muchos casos en los que será necesario convertir las temperaturas de una escala a otra. Este caso se presenta cuando es necesario aplicar los ensayos de laboratorio para resolver problemas de ingeniería. La conversión se realiza fácilmente recurriendo a la aritmética elemental, pero cuando no se exige una precisión grande y es necesario realizar gran número de conversiones, se pueden usar varias tablas de mano que dan el valor directamente.
Las escalas de temperaturas se basan en un método de comparación entre una temperatura determinada y unos puntos de referencia. Los dos datos más importantes son la temperatura de fusión del hielo (que constituye el punto fijo inferior) y la temperatura de ebullición del agua a la presión atmosférica (punto fijo superior)
En la escala centígrada, al punto fijo inferior se le da el valor 0°C, mientras que el punto fijo superior es 100°C. La escala, entre estos dos puntos, se divide en 100 intervalos o grados. Por su parte la escala Fahrenheit se extiende desde 32°F, que es el punto inferior, a 212°F., o punto superior, de tal forma que el número de grados entre ellos es de 180. El número de divisiones entre los puntos fijos de las dos escalas proporciona la clave para realizar las conversiones. Cien divisiones de la escala centígrada equivalen a 180 divisiones de la escala Fahrenheit. Utilizando una relación más simple, 5 divisiones de la escala centígrada equivalen a 9 divisiones de la escala Fahrenheit. Puesto que todas las conversiones se deben realizar utilizando como dato el punto fijo inferior, es decir, todas las temperaturas se miden con relación a este nivel, se presenta una complicación, derivada de los distintos valores que se han asignado a los dos puntos inferiores en las dos escalas. Por tanto, si se convierte una temperatura de la escala centígrada a la escala Fahrenheit, el número equivalente de divisiones en esta escala sobre el punto fijo inferior se calcula multiplicando primero el valor de la escala centígrada por 9/5. Pero, puesto que el punto fijo inferior tiene en la escala Fahrenheit el valor 32, se debe añadir esta cifra al resultado del primer cálculo.
Por el contrario, si una temperatura en grados Fahrenheit se quiere pasar a grados centígrados, en primer lugar hay que restar 32 de la cifra original. Así se averigua el número de divisiones en que excede el valor Fahrenheit del nivel del punto fijo inferior; a continuación, esta cifra se multiplica por 5/9. El resultado de este cálculo proporciona la temperatura en grados centígrados.



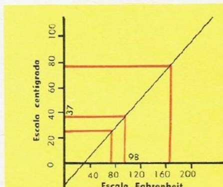
GRADOS DE CONGELACION

Cuando la temperatura del aire, medida en escala Fahrenheit, es más baja que el punto fijo inferior (punto correspondiente a la temperatura de fusión del hielo) la temperatura se expresa, frecuentemente, en grados de congelación. Se obtienen tales valores restando la temperatura ambiente de 32°0 F, de forma que el número de grados de congelación es el número de divisiones de la escala Fahrenheit que existen desde el punto fijo inferior a la temperatura ambiente.
20°F equivalen a 12° de congelación y —6°F son 38° de congelación. Si una lectura es menor de 32°F, y se quiere convertir en escala centígrada, es conveniente calcular primero los grados de congelación a que equivale.
—6°F son 38° de congelación, lo que significa que hay 38° debajo del punto fijo inferior. El número equivalente de divisiones en la escala centígrada es, por tanto, 38 × 5 : 9 = 21,1. Como la temperatura está por debajo del punto fijo inferior, se pone delante un signo menos y queda, en definitiva —21,1.

Para convertir 78°4 C (punto de ebullición del alcohol etílico) a la correspondiente temperatura Fahrenheit:
(a) se calcula el número de divisiones sobre el punto fijo inferior de la escala Fahrenheit, multiplicando por 9 : 5
= 78,4 × 9 : 5 = 141°1 F
(b) este número de divisiones sobre cero se localiza en la escala Fahrenheit sumándole 32,0
= 141,1 + 32,0 = 173,1
El punto de ebullición de alcohol etílico es 173°1 F.



Para convertir 98°4 F (temperatura normal de la sangre humana) a la correspondiente temperatura centígrada:
(a) se calcula el número de divisiones sobre el punto fijo inferior de la escala Fahrenheit, restando 32,0
= 98,4 — 32,0 = 66,4;
(b) el número correspondiente de divisiones en la escala centígrada se calcula multiplicando por 5 : 9
= 66,4 × 5 : 9 = 36°9 C
La temperatura normal de la sangre humana es de 36°9 C.



La conversión entre dos escalas se puede realizar rápidamente utilizando gráficos como éstos. Siguiendo las líneas, se puede observar que 98°F equivalen a 37°C.

QUÉ SON LOS ISÓTOPOS

El núcleo del átomo de carbono tiene una carga positiva de 6 unidades

Número atómico = 6

Isótopo de carbono con 6 protones y 6 neutrones en el núcleo

Número atómico = 6
Peso atómico = 12

El átomo está formado por un núcleo cargado positivamente y rodeado por un número de electrones cargados negativamente. El núcleo tiene "protones", que son partículas positivas de masa 1, y "neutrones", que son partículas sin carga de masa 1. El número de protones define el "número atómico", y es igual al número de electrones en el átomo. El número de protones, más el de neutrones, es igual al "peso atómico" del átomo.

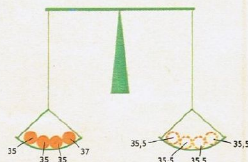
El núcleo de este isótopo de cloro tiene 17 protones y 18 neutrones.

El núcleo de este isótopo de cloro tiene 17 protones y 20 neutrones.

Algunos núcleos del cloro atómico tienen 17 protones y 18 neutrones. Otros tienen 17 protones y 20 neutrones. El "peso atómico" de los primeros átomos es 35; y el de los otros, 37. El número atómico, en ambos casos, es 17. Estos átomos que tienen distintos pesos atómicos, pero el mismo número atómico, son "isótopos" del cloro, y se escriben $^{35}_{17}Cl$ y $^{37}_{17}Cl$. Las propiedades químicas de los dos isótopos son iguales, porque la distribución de sus electrones en los átomos de los dos isótopos es la misma.

En las postrimerías del siglo XVIII ya se tenían bastantes conocimientos acerca del modo en que se combinan los elementos químicos (esto es, lo diferentes componentes que constituyen todas las sustancias). Por ejemplo, ya se sabía que si un gramo del elemento A reaccionaba con 10 gramos del elemento B, dos gramos de A reaccionaban con 20 gramos de B. Esto fue demostrado, en 1803, por el químico Juan Dalton, que expuso la teoría de que toda materia se componía de unas partículas pequeñísimas, llamadas átomos. De acuerdo con la teoría de Dalton todos los átomos de los mismos elementos tenían el mismo peso, y los elementos se distinguían unos de otros porque estaban constituidos por átomos de pesos diferentes.

A partir del cómputo de las cantidades de distintos elementos que tomaban parte en las reacciones químicas, fue posible determinar el *peso atómico* de los elementos. El peso atómico de un elemento es el peso de uno de sus átomos,



El cloro común consta de 3 átomos de $^{35}_{17}Cl$ por cada átomo de $^{37}_{17}Cl$; por lo tanto, el peso atómico medio = 35,5 (es decir, el peso atómico promedio).

comparado con el de un átomo que se toma como patrón.

Dalton eligió el hidrógeno (elemento más sencillo) como referencia para los pesos atómicos. Le asignó el valor 1. Sin embargo a fines del siglo pasado se aceptó, a propuesta de Juan Gervasio Stas, tomar como referencia el peso atómico del oxígeno, dándole el valor de 16; esto ocurrió por razones de tipo práctico, ya que el oxígeno es un elemento más abundante que el hidrógeno y, además, la mayor parte de los pesos de combinación se habían calculado ya por comparación con el oxigeno.

En la *XXI Conferencia de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC)*, que tuvo lugar en Montreal (Canadá) del 2 al 4 de agosto de 1961, la *Comisión Internacional de Pesos Atómicos* decidió, por unanimidad, aceptar la escala unificada de masas atómicas, que tiene por base la del isótopo 12 del carbono, con masa exactamente 12.

Este nuevo patrón se adoptó para poner fin a una serie de confusiones que resultaban del uso de la tabla de pesos atómicos basada en el oxígeno = 16 (mezcla de isótopos), o la que procedía de adoptar como patrón el isótopo 16 del oxígeno, como valor 16 exacto.

En 1815, Guillermo Prout advirtió que la mayor parte de los pesos atómicos eran casi exactamente números enteros y, por lo tanto, que el peso de cada átomo era casi exactamente un múltiplo del de un átomo de hidrógeno. Por ejemplo, el átomo de nitrógeno es 14 veces más pesado que el átomo de hidrógeno. El del oxígeno es dieciséis veces más pesado. Esto le hizo pensar que todos los átomos estaban compuestos por átomos de hidrógeno. Sin embargo, cuando se hicieron medidas más precisas de pesos atómicos, se comprobó que éstos no eran números enteros; el cloro, por ejemplo, tenía un peso atómico de 35,5. Este descubrimiento motivó el abandono de la hipótesis de Prout. En el siglo XX los científicos atómicos han realizado descubrimientos que han permitido el conocimiento de las estructuras de los átomos individuales, y ha sido posible dar una explicación a los valores de los pesos atómicos.

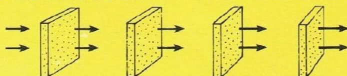
A partir de las investigaciones que siguieron al descubrimiento de la radiactividad, se ha llegado a la conclusión de que hay varias sustancias con pesos atómicos diferentes y propiedades químicas idénticas.

Más tarde, se ha comprobado que la existencia de isótopos es frecuente entre los elementos no radiactivos hasta el punto de que hoy se puede afirmar que de los 83 primeros elementos sólo 23 están compuestos por un solo isótopo. En principio, se admitió que las propiedades de los isótopos en cada elemento eran invariables bajo cualquier circunstancia. Sin embargo, se ha comprobado que diferentes procesos químicos pueden hacer variar estas proporciones y, por lo tanto, enriquecer un isótopo a costa de los demás.

Esto hace pensar en la necesidad de tomar como base de la tabla de pesos atómicos un isótopo puro, puesto que el oxígeno tiene una composición isotópica ligeramente distinta según el origen. Se ha elegido el carbono 12 como base de la escala de pesos atómicos porque su adopción origina pocos cambios y, por otra parte, tiene una gran ventaja para la medida con el espectrógrafo de masas de pesos atómicos. El factor de conversión entre la escala oxígeno = 16 y la del carbono vale 1,000.429.

En 1897 J. J. Thomson descubrió el electrón, como un componente de los átomos, que presentaba una carga negativa, siendo su masa 1/1.845 la del átomo de hidrógeno. Los científicos buscaron entonces una partícula atómica cargada positivamente, que correspondiera a la carga del electrón. En 1911, E. J. Rutherford descubrió el protón, cuya masa era prácticamente la del átomo de hidrógeno, y cuya carga era exactamente igual y de signo contrario a la

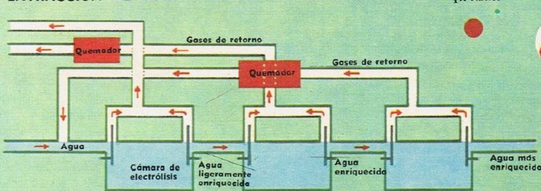
SEPARACIÓN DE ISÓTOPOS DE URANIO POR DIFUSIÓN GASEOSA



La "velocidad" de difusión de un gas a través de una barrera gaseosa depende de su peso molecular. Esta propiedad se ha utilizado en la separación de los isótopos $^{235}_{92}U$ y $^{238}_{92}U$ del uranio. El fluoruro de uranio, F_6U, que es gaseoso, se hace pasar a través de un gran número de placas metálicas, que tienen muchos poros de un diámetro de 1/1.000.000 cm. El isótopo pesado pasa a una velocidad menor que el más ligero, y al final del proceso se obtiene $^{235}_{92}U$ puro.

Para producir las cantidades necesarias de $^{235}_{92}U$, usado en la fabricación de bombas atómicas, hacen falta un gran número de etapas. La separación se realizó en Oak Ridge, en EE. UU. Para obtener 1 Kg. de $^{235}_{92}U$ por día, se requerían 5.000 etapas de difusión, y el área total de las barreras era de varias hectáreas.

EXTRACCIÓN DE AGUA "PESADA" POR ELECTRÓLISIS

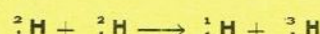


El agua está constituida por una mezcla de los óxidos de los dos isótopos: $^{1}_{1}H$ y $^{2}_{1}D$. El átomo $^{2}_{1}D$ es dos veces más pesado que el $^{1}_{1}H$, y se desprende en el cátodo a una velocidad menor que el $^{1}_{1}H$. El residuo se enriquece por lo tanto en átomos $^{2}_{1}D$.

En la práctica, se alimenta la primera cámara electrolítica con agua que contiene un poco de sosa cáustica disuelta. La mayor parte del agua se electroliza antes de pasar a la segunda cámara. Los gases que se desprenden, se queman y vuelven al sistema dos etapas antes para reducir las pérdidas de deuterio. Bombeando el agua continuamente a través de varias etapas, se obtiene agua pesada de gran pureza.

ISÓTOPOS RADIACTIVOS

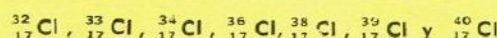
Los distintos elementos tienen un número diferente de isótopos. Mientras que las propiedades químicas de los isótopos del mismo elemento son iguales, las propiedades físicas son diferentes. En algunos elementos, uno o más de sus isótopos son radiactivos. Por ejemplo, el hidrógeno tiene tres isótopos llamados "hidrógeno" H($^{1}_{1}H$), "deuterio" D $^{2}_{1}H$) y "tritio" T ($^{3}_{1}H$). El hidrógeno y el deuterio existen naturalmente y no son radiactivos, pero el tritio, que se crea artificialmente cuando chocan deuterones acelerados



$$^{2}_{1}H + ^{2}_{1}H \longrightarrow ^{1}_{1}H + ^{3}_{1}H$$

es radiactivo y emite partículas "beta" (electrones muy rápidos).

Contrariamente a lo que ocurre con los isótopos naturales muchos isótopos artificiales son radiactivos. Por ejemplo, los isótopos naturales del cloro $^{35}_{17}Cl$, $^{37}_{17}Cl$, no son radiactivos, pero los isótopos artificiales



$$^{32}_{17}Cl\ ,\ ^{33}_{17}Cl\ ,\ ^{34}_{17}Cl\ ,\ ^{36}_{17}Cl,\ ^{38}_{17}Cl\ ,\ ^{39}_{17}Cl \text{ y } ^{40}_{17}Cl$$

son radiactivos.

del electrón. Este científico formuló la teoría de que *los átomos estaban constituidos por un núcleo pequeño cargado positivamente, y rodeado por un cierto número de electrones cargados negativamente, de manera que la carga del núcleo era igual al total de las cargas eléctricas de los electrones.*

El número de unidades de carga positiva, es decir, protones, en el núcleo del átomo es lo que se llama *número atómico.* En 1913, H. G. J. Moseley encontró los números atómicos de varios elementos.

Lo que determina el comportamiento químico de los átomos es el número y situación de los electrones. Los pesos atómicos determinan solamente las cantidades de cada elemento que toman parte en una reacción química.

Es posible, por consiguiente, encontrar dos átomos del mismo elemento con peso atómico diferente, pero con propiedades químicas idénticas, porque sus números atómicos y, por lo tanto, el número de electrones, son iguales. Tales átomos se llaman *isótopos.* F. W. Aston, en 1919, fue capaz de separar isótopos de varios elementos, mediante el uso de un espectrógrafo de masas. Con el espectrógrafo de masas es posible separar átomos de distintos pesos atómicos, y calcular la proporción en que se encuentra cada isótopo.

Haciendo este tipo de medidas ha sido posible determinar las cantidades que de cada isótopo existen en los distintos elementos, y, de este modo, explicar los valores de los pesos atómicos de los elementos. Por ejemplo, el cloro tiene dos isótopos que existen normalmente, y cuyos pesos atómicos son, respectivamente, 35 y 37. Por otra parte, se ha observado que hay casi tres veces más cantidad del isótopo ligero que del pesado; por lo tanto, el peso atómico medio será:

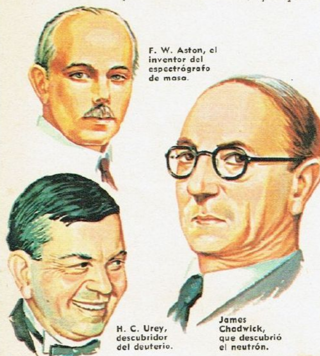
$$\frac{3 \times 35 + 1 \times 37}{4} = 35,5$$

Los pesos atómicos de los isótopos de los elementos son, prácticamente, números enteros y a razón de este fenómeno se puso de manifiesto cuando J. Chadwick descubrió, en 1932, una tercera partícula atómica llamada *neutrón.* El neutrón es una partícula sin carga eléctrica, y de masa muy aproximada a la unidad. Se comprobó que el núcleo atómico estaba compuesto de protones (partículas de masa unidad con una carga positiva) y neutrones. Por ejemplo, el núcleo de helio, que tiene un *peso atómico cuatro,* y cuyo *número atómico* es *dos,* está formado por dos protones y dos neutrones. El núcleo del isótopo de cloro, con peso atómico 35, tiene 17 protones y 18 neutrones, mientras que el isótopo de cloro, de peso atómico 37, consta de 17 protones y 20 neutrones. El número atómico de los 2 isótopos es 17. Mientras que las propiedades químicas de los dos isótopos —que vienen determinadas por el número y distribución en "capas" de los electrones— son iguales, sus propiedades físicas son diferentes. Estas diferencias en las propiedades físicas son las que hacen posible la separación de los isótopos del mismo elemento. Por ejemplo, la diferencia más evidente entre los isótopos es su masa. Esto motiva que en los isótopos en estado gaseoso existan diferencias en sus respectivas velocidades de difusión a través de una membrana porosa, o diferentes velocidades de evaporación en los elementos líquidos; así, estas dos propiedades se han utilizado para separar isótopos.

Otro ejemplo de separación es la llevada a cabo en el caso de los dos isótopos naturales del hidrógeno por medio de electrólisis. El hidrógeno natural es una mezcla de dos isótopos; el núcleo del ligero (peso atómico 1) es un solo protón, y el núcleo del más pesado, llamado *deuterón* (peso atómico 2) está formado por un protón y un neutrón. El átomo del isótopo pesado se llama *deuterio,* y en las ecuaciones químicas se le designa con la letra "D". Al igual que el hidrógeno forma el óxido H_2O (agua común), el deuterio forma el óxido D_2O (agua pesada). El peso de una molécula de agua pesada es $\frac{16 + 2 + 2}{16 + 1 + 1} = \frac{20}{18}$ veces mayor que el de una molécula de agua común. El peso de una molécula de deuterio, D_2, es el doble que el de la molécula de hidrógeno, H_2.

En el agua natural hay 660 moléculas de agua común por cada una de agua pesada. Cuando se electroliza agua que contiene hidróxido sódico, se desprende oxígeno en el ánodo (electrodo positivo), y en el cátodo (electrodo negativo), hidrógeno y deuterio. Debido a que las moléculas de deuterio son dos veces más pesadas que las de hidrógeno, se desprenden con mayor lentitud y, por tanto, tienden a permanecer en la disolución. Así se va efectuando en la disolución un enriquecimiento del isótopo pesado aunque este enriquecimiento es muy pequeño, ya que la proporción de átomos pesados en la disolución es escasa, y parte de ellos se desprenden con los átomos ligeros. Así, pues, el proceso se ha de repetir muchas veces con adiciones sucesivas de agua, seguidas de nuevas electrólisis, hasta conseguir la concentración que se desea.

Para obtener 1 gramo de agua pesada de una pureza del 99 %, se ha de reali-

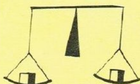


F. W. Aston, el inventor del espectrógrafo de masa.

H. C. Urey, descubridor del deuterio.

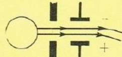
James Chadwick, que descubrió el neutrón.

LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS ISÓTOPOS SON DIFERENTES



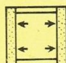
El peso de 1 cm.^{3} de $^{37}_{17}$Cl gaseoso es $\frac{37}{35}$ veces mayor que el de 1 cm.^{3} de $^{35}_{17}$Cl gaseoso.

DESVIACIÓN DE IONES



El ión $^{37}_{17}$Cl— se desvía menos en un campo eléctrico que el $^{35}_{17}$Cl—.

DIFUSIÓN



El isótopo $^{35}_{17}$Cl se difunde a través de un depósito poroso 1,056 veces más de prisa que el isótopo $^{37}_{17}$Cl.

Los materiales radiactivos se manejan con manipuladores a distancia, que funcionan por medio de máquinas controladas a distancia. Los materiales se utilizan dentro de células que tienen paredes protectoras de hormigón de 1,5 a 2 m. de espesor.

zar la electrólisis de 100.000 gr. de agua común.

Dificultades semejantes aparecen en los otros métodos de separación de isótopos. Por ejemplo, en el método de separación por difusión de los isótopos del elemento uranio, se hacen pasar compuestos gaseosos del elemento a través de los poros de placas metálicas. En la práctica, para obtener una pureza del 99 % del isótopo U_{235}, es necesario que el gas se difunda a través de 5.000 de tales placas.

Así, pues, aunque hay varios métodos para separar isótopos, ninguno de ellos es fácil en la práctica, y no sorprende que el descubrimiento de los isótopos no se haya realizado hasta el siglo XX. Todos los isótopos que se han mencionado aquí existen en la naturaleza, pero, artificialmente, se pueden crear isótopos irradiando los elementos en las "pilas atómicas" o "reactores nucleares" dentro de los cuales el elemento sufre un bombardeo intenso de neutrones, con lo cual, alguno de esos neutrones entra en el núcleo y forma un *isótopo artificial*. Muchos de estos isótopos se rompen espontáneamente, con emisión de partículas y radiaciones, por lo cual se llaman *isótopos radiactivos*, que tienen numerosas aplicaciones en la industria y en la medicina para el diagnóstico y el tratamiento de algunas enfermedades.

ALGUNAS APLICACIONES DE LOS ISÓTOPOS RADIACTIVOS

En la industria de cosméticos, y farmacéutica, se usa carbono 14 para estudiar la penetración de las cremas a través de la piel.

En medicina se utilizan los isótopos para la detección de tumores, y para estudiar la absorción selectiva de algún elemento, o compuesto, en las distintas partes del cuerpo, la trasmisión de enfermedades, etc.

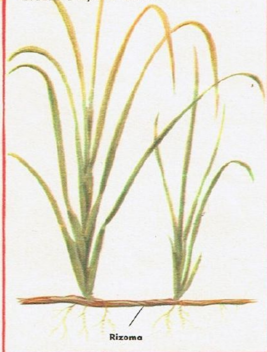
En la actualidad, el uso de los isótopos radiactivos de vida corta y que, por consiguiente, no afectan al uso posterior de las sustancias marcadas, está muy generalizado en metalurgia, fabricación de planchas, radiografía de piezas coladas, etcétera.

ISÓTOPOS ARTIFICIALES

Éstos se producen por bombardeo de la muestra de un elemento con partículas atómicas a gran velocidad; v. gr. si el isótopo del berilio $^{9}_{4}$Be se bombardea con protones, se produce el isótopo $^{8}_{4}$Be, junto con el isótopo pesado del hidrógeno $^{2}_{1}$D (deuterio), es decir,







El barrón ("Psamma") se planta en gran escala en las dunas. Los rizomas (abajo) ayudan a fijar la arena.

LA REPRODUCCIÓN EN EL REINO VEGETAL

El término *reproducción*, cuando se aplica a las plantas superiores, normalmente evoca el proceso de la polinización y de la formación de semillas, seguido por la dispersión. Sin embargo, ¿cómo puede desarrollarse un césped espeso en una pradera que se siega regularmente, sin dar tiempo a que las plantas formen semillas? La respuesta es que las plantas nuevas aparecen por *reproducción vegetativa*. A partir de la planta madre se producen brotes modificados que dan plantas totalmente nuevas. Estas plantas están primeramente unidas a la planta madre, pero más tarde se hacen independientes. La consecuencia es la formación de una cubierta de hierba tupida que ocupa todo el terreno disponible.

La reproducción vegetativa tiene lugar en todo el reino vegetal. La característica esencial es que los órganos vegetativos (como los tallos y las raíces) originan nuevas plantas. *La reproducción asexual*, o reproducción por esporas, la llevan a cabo un gran número de plantas inferiores. Las *esporas*, que son cuerpos de pequeño tamaño, unicelulares, tienen la propiedad de dar plantas nuevas cuando se encuentran en las condiciones adecuadas. Las esporas, normalmente, están protegidas por cubiertas fuertes y pueden resistir el frío y la sequía. Por el contrario, la reproducción por medios vegetativos normales no tiene ninguna protección contra el mal tiempo.

Una gran cantidad de organismos inferiores, entre los que se encuentran muchos hongos, emplean las esporas como un medio eficaz de dispersión. Es muy difícil evitar la contaminación de alimentos por esporas de hongos, debido a su presencia universal en la atmósfera. Todos hemos podido observar el fenómeno de la invasión de restos de alimentos (frutas, pan, embutidos, etc.) por hongos inferiores del tipo de los llamados mohos (*Mucor, Penicillium, Aspergillum*), que recubren la superficie de estos materiales con una cubierta o pelosidad gris-verdosa. La resistencia de las esporas a las temperaturas altas plantea graves problemas cuando se trata de obtener materiales libres de gérmenes (alimentos, instrumental médico, etc.). Por otra parte, su pequeño tamaño, y la facilidad con que pueden ser trasportadas a distancias enormes por los movimientos del aire, explica su constante presencia en todos los lugares y la excelente adaptación de las plantas que poseen esporas para extenderse inmediatamente en los medios que son adecuados para su crecimiento.

Para la producción de esporas no es necesaria la fecundación, y, por lo tanto, no pueden llamarse células germinales, como los óvulos

o los anteridios, ni tampoco pueden llamarse semillas, que son típicamente embriones que resultan de la fusión de los anteriores y de una serie de divisiones preliminares. En realidad la "reproducción" vegetativa debería llamarse más adecuadamente "multiplicación" vegetativa, para expresar el hecho de que la fecundación está ausente en este proceso.
La mayoría de las plantas que tienen esporas presentan también, en algún momento de su ciclo, una reproducción sexual. Lo mismo ocurre en las plantas superiores, en las que la reproducción vegetativa tiene gran importancia para la propagación. La verdadera reproducción, con los fenómenos de fecundación y mecanismos hereditarios de recombinación de caracteres, que implica la reproducción sexual, es imprescindible para los organismos. Parece ser que las posibilidades de combinación de caracteres tienen una gran importancia para la adaptación, la selección y la evolución de los organismos. Si un organismo dado careciese de reproducción sexual, y, por tanto, de la posibilidad de combinación de nuevos caracteres adquiridos por mutaciones (por ejemplo, los de adaptación al ambiente), la incapacidad de evolucionar comprometería su supervivencia como especie. Ésta es una de las razones que explican por qué la reproducción sexual sigue coexistiendo con la reproducción o multiplicación vegetativa, a pesar de que los procesos de la reproducción sexual puedan parecer demasiado complejos o innecesarios, al lado de la sencillez de la reproducción vegetativa. En muchas plantas cultivadas, sin embargo, la multiplicación vegetativa es, prácticamente, el único procedimiento que el hombre utiliza para la propagación, y algunas de esas plantas han perdido la facultad de reproducirse por semillas, o éstas, incluso, no se forman.
El método más sencillo de multiplicación vegetativa es el que se encuentra en algunas algas y hongos. Tales plantas están formadas por filamentos o *hifas*. Si se rompe alguna de estas hifas, las dos partes continúan viviendo, y cada una da una nueva planta. De esta clase es el llamado "blanco de hongo". Las hifas de las especies de hongos cultivados pueden romperse y dividirse, y cada porción crece para formar los cuerpos fructíferos, que son los sombrerillos del hongo. Por lo tanto, el blanco de hongo, que se "planta" en las camas de estiércol donde se cultiva este hongo, no es de ninguna manera una semilla, sino que consiste en las fibras, prensadas y desecadas, que forman la planta. La "espuma" verdosa que recubre la superficie de muchos estanques está compuesta, la mayoría de las veces, por un alga sencilla: la *Spirogyra*, que consiste en una masa formada por numerosos filamentos. Estos filamentos crecen siempre en longitud, y nunca en espesor, por la adición de nuevas células, que frecuentemente se rompen. Cada fragmento produce un nuevo filamento de alga, y de esta forma va creciendo el fieltro o almácigo de algas. Aparte de este procedimiento, que le permite alcanzar una masa grande en poco tiempo, la *Spirogyra* tiene una reproducción sexual. También puede incluirse bajo el título de reproducción, o multiplicación vegetativa, la simple división de plantas unicelulares, de la que resultan dos células. Esto es lo que ocurre, por ejemplo, en las diatomeas.
Las hepáticas (parecidas a los musgos) se multiplican con frecuencia formando unas yemas, o propágulos, en cavidades especiales de la superficie de la planta. Normalmente, se dispersan por medio del agua y de las salpicaduras de la lluvia, o de las fuentes, porque estas plantas viven en sitios muy húmedos. Sus yemas se desarrollan inmediatamente para dar nuevas plantas.

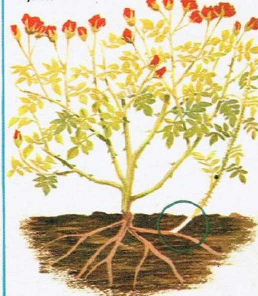
PLANTAS SUPERIORES

Las plantas superiores, y muy especialmente las plantas con flores, poseen un gran número de adaptaciones para la reproducción vegetativa. Muchas de estas adaptaciones proporcionan al jardinero métodos muy útiles para propagar rápidamente determinadas especies. Estos métodos son más eficaces y más rápidos que la multiplicación por semillas, y, sobre todo, permiten que los retoños derivados de la planta madre conserven exactamente los mismos caracteres (por ejemplo, forma de crecer, color de las flores, etc.). Por el contrario, las plantas derivadas de semillas suelen mostrar, en la descendencia, una dispersión de caracteres cuando las plantas progenitoras no son genéticamente puras (que es lo que, en la práctica, ocurre la mayoría de las veces). Si una planta se multiplica siempre vegetativamente (por ejemplo, los chopos obtenidos siempre por estaquillas) podemos estar seguros de que la descendencia será exactamente igual, desde el punto de vista genético, que la planta madre. Así se obtienen las llamadas *líneas puras*. La única posibilidad de variación es la aparición de cambios o mutaciones en células vegetativas, lo cual es un fenómeno muy raro.
El método más sencillo de multiplicación vegetativa es el que presentan algunas plantas, como el tomillo medicinal *(Thymus serpyllum)*, cuyas ramas crecen a ras de tierra y forman raíces en algunos nudos. De esta forma se cubre pronto una gran superficie, y se forman muchas plantas nuevas cuando la parte central muere. Para la multiplicación de muchas plantas ornamentales se usa el procedimiento de los *acodos*, que consiste en enterrar una parte de un tallo, todavía unido a la madre. Normalmente, se suele curvar el tallo, introduciendo en la tierra la parte arqueada. Así se promueve la formación de raíces. Algunas veces se levanta una parte de la corteza en el acodo, para facilitar la formación de las raíces. El éxito de los acodos aumenta cuando se utilizan brotes muy jóvenes. Otras veces se puede rodear parte del tallo con un tiesto, que se coloca suspendido en el aire y a través del cual se hace pasar la rama. Cuando el tallo ha emitido raíces, puede cortarse por



La conocida planta de maceta, "Bryophyllum", produce muchas plantitas en las hojas, que, una vez desprendidas de la planta madre, darán nuevas plantas adultas.

En el rosal aparecen tallos subterráneos en las raíces, que más tarde darán su propio sistema de raíces. Como la mayoría de las rosas se cultivan por medio de injerto, los tallos subterráneos corresponden al portainjerto.





Al caer, los bulbillos que se producen en las axilas de "Dentaria" dan lugar a nuevas plantas.



Los claveles se multiplican en el jardín, enterrando parte de los tallos para que arraiguen. Este sistema se llama acodo.

Las hepáticas que crecen en sitios húmedos poseen pequeñas yemas, que se desprenden, y están colocadas en receptáculos especiales.

debajo de la base del tiesto; se obtiene así una planta nueva. Los vástagos o estolones del fresal están algo más especializados que los tallos rastreros. Se desarrollan en cierto momento del año, especialmente en verano, y crecen rápidamente al alargarse sus entrenudos. En los extremos se desarrollan rápidamente raíces y hojas, cosa que ocurre también en algunos nudos, y de esta forma se producen plantas nuevas. La longitud de los estolones reduce la competencia entre los progenitores y su descendencia. Las ramas de la zarzamora arraigan muchas veces cuando se doblan hasta tocar el suelo.

En muchas plantas se desarrollan *tallos subterráneos,* que, naciendo en la parte basal del tallo o de las partes subterráneas de la planta, salen a la superficie para dar forma aérea. Así, por ejemplo, la menta los produce en los tallos enterrados, y el rosal en las raíces. Estos tallos permanecen unidos a la planta madre durante algún tiempo y no contienen órganos de reserva. Por el contrario, existe una modificación especial de los tallos subterráneos, llamada *rizoma,* que contienen gran cantidad de sustancias de reserva. Los rizomas son el método de propagación vegetativa de muchas plantas, como algunos lirios *(Iris)*, y el sello de Salomón. Las sustancias de reserva permiten a la planta la sobrevivencia durante varios años. Muchas gramíneas (hierbas) tienen rizomas que les permiten *extenderse* rápidamente, y que hacen difícil su extirpación cuando se trata de malas hierbas (malezas). Éste es el caso de la grama.

El barrón (*Psamma arenaria*) se planta en gran escala en las dunas, donde los rizomas que penetran en la arena, formando una red tupida, impiden que los granos de arena se trasladen por la acción del viento; así se consigue fijar las dunas. Los *cormos,* los *bulbos* y los *tubérculos* son órganos cargados de sustancias de reserva, que producen nuevas plantas cuando se separan de la planta que los ha producido. El jardinero se sirve con gran frecuencia de ellos para la multiplicación de las plantas. El *cormo* es un tallo corto que está colocado verticalmente en el suelo, a pocos centímetros de profundidad, y tiene yemas que producirán una nueva planta en la próxima estación. Los *Crocus* y el azafrán son buenos ejemplos de cormos. También es un cormo el órgano de la propagación vegetativa de los gladiolos.

Mucha gente confunde los cormos con los *bulbos,* de los cuales tenemos excelentes *ejemplos* en la cebolla, los tulipanes y los jacintos. Tienen un tallo en la base, y están envueltos en numerosas hojas tiernas. Lateralmente, se desarrollan yemas que formarán las nuevas plantas. Si plantamos un bulbo, al cabo de unos tres años veremos, al desenterrar la planta, que se ha formado en la base un verdadero amasijo de nuevos bulbos, quizá una docena. Estos bulbos pueden separarse y plantarse aisladamente, aumentando nuestra reserva de plantas. Son muchísimas las plantas ornamentales que pueden multiplicarse de esta manera, como las azucenas, ornitogalos, escilas, muscaris, fritilarias, amarylis, etc.

Los *tubérculos* son análogos a un rizoma corto y redondeado, y todos conocemos el ejemplo del de la patata. Las raíces tuberosas, y coronadas de yemas, de la dalia son un órgano muy utilizado y conocido para la propagación de esta planta. Incluso las hojas pueden participar en la reproducción vegetativa. Las hojas de las begonias y de las violetas africanas, o de Navidad, forman rápidamente raíces y se instalan, cuando se separan de la planta, prendiéndose en tierra. Ciertas plantas producen yemas en las hojas. Estas yemas pueden dar lugar a nuevas plantas, antes o después de caer del órgano que las ha producido. Las yemas que caen de la planta antes de abrirse se llaman *bulbillos.* Son perfectamente visibles en las axilas de las hojas de *Dentaria.* En las formas, llamadas vivíparas, de algunas especies de la gramínea *Poa.* las yemas reemplazan a las flores.

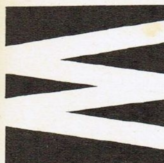
Hay, a veces, la posibilidad de multiplicar las plantas utilizando trozos cortados del tallo, cuya base se entierra hasta que aparecen las raíces. Es la práctica de multiplicación conocida con el nombre de estacas o esquejes. Ésta es, quizá, la práctica de multiplicación vegetativa más conocida en jardinería, horticultura y gran cultivo. No todas las plantas se prestan a este tratamiento que, en ciertas especies, falla muchas veces. Para evitar los fallos, se usan técnicas que ayudan a provocar el arraigo y el establecimiento de los esquejes. Si se rasga ligeramente la corteza del esqueje, se estimula la actividad del cambium, y así se facilita la aparición de las raíces. Una práctica utilizada es el raspar ligeramente contra una pared los extremos del corte. Modernamente se utilizan hormonas vegetales para tratar las estacas. Se preparan productos sintéticos, que tienen una actividad parecida a la de las hormonas, y se pueden adquirir a precio muy bajo en forma de pasta, polvos o líquido. Naturalmente, gran parte del éxito reside en la conveniente elección de las estacas (número de yemas, época del año, etc.), para lo cual es necesario poseer cierta experiencia. A pesar de la ventaja que supone la multiplicación vegetativa para colonizar rápidamente las zonas próximas a la planta madre, la reproducción por semillas normalmente es más eficaz para la distribución y dispersión de la planta en áreas alejadas. Esto sucede gracias a los diversos dispositivos de que las semillas están provistas para hacerse trasportar a grandes distancias.



Pie de fresa con estolones producidos en verano.



El tomillo rastrero ("Thymus serpyllum") tiene ramas a nivel del suelo.



NUEVAS REALIDADES, NUEVOS TÉRMINOS

LA LIOFILIZACIÓN

Los materiales biológicos frescos son, en general, perecederos, es decir, fermentan o se descomponen rápidamente, a no ser que se sometan previamente a procesos de conservación.

Algunos procesos de conservación tienden a eliminar el agua de tales materiales, puesto que en su medio es donde se verifican las reacciones bioquímicas que los alteran. Sin agua es difícil que tengan lugar las reacciones, ya que la reaccionabilidad "sólido-sólido" es muy problemática. Éstos son los procedimientos de **desecación.**

Otros métodos utilizan el frío para impedir las reacciones de descomposición, puesto que es regla casi general que toda reacción se favorece con el aumento de temperatura y se retarda a temperaturas bajas. La conservación de productos **congelados** es un recurso normal de la industria alimenticia. Su inconveniente radica en que se necesitan instalaciones adecuadas.

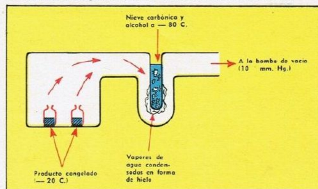
Por último, existen los procedimientos **químicos;** en ellos se utilizan aditivos que impiden la proliferación de la flora microbiana degradante, o bloquean alguna reacción importante en el ciclo de descomposición. Tales aditivos pueden ser productos bacteriostáticos (antibióticos), antioxidantes o inhibidores de enzimas implicadas en las reacciones de descomposición. Estos procedimientos se utilizan ampliamente en la industria conservera, pero tienen el inconveniente de que gran parte de los aditivos son algo tóxicos.

Sin embargo, en estos últimos años se ha descubierto y desarrollado una nueva técnica de conservación que constituye, en realidad, una variante de los métodos de desecación. Éstos tienen la desventaja de que, a veces, son demasiado enérgicos y no se pueden aplicar en la conservación de materiales lábiles, porque durante el proceso de desecado (que, aun utilizando el vacío, exige siempre temperaturas relativamente altas) se estropea el producto.

El nuevo método de desecación, que se llama **liofilización**, consigue la eliminación del agua directamente del producto congelado, es decir, por sublimación, lo que constituye el método más suave de desecado que se conoce. El material que puede ser una suspensión de bacterias, un homogeneizado de tejidos, un zumo de frutas, etc., se congela de — 20°C. a — 30°C. y se introduce en una cámara que está en comunicación con un condensador a — 80°C. En tales condiciones, el agua del producto tiende a dirigirse al condensador (que está a más baja temperatura), tal como ocurre en un frigorífico, donde el congelador se va cargando de hielo paulatinamente (hielo formado del agua que escapa de los productos almacenados allí). El proceso se facilita haciendo un vacío elevado en el recinto, para que las moléculas de vapor de agua que fluyen del producto no encuentren en su camino el obstáculo de las moléculas del aire.

En el dibujo adjunto se muestra el esquema de un aparato sencillo de liofilización.

Con el procedimiento de liofilización (criodesecación) se consigue conservar perfectamente supensiones de bacterias vivas, tejidos para injertos, enzimas, etc. Su único inconveniente es que resulta un procedimiento caro, aunque, por sus resultados, está muy indicado en la conservación de ciertos medicamentos biológicos (vacunas, enzimas, etc.) puesto que en ellos el factor precio es menos decisivo, porque la salvaguarda de la salud es más importante.





CORREO DE LECTORES

LA MUERTE

R. J. C. — ¿Qué pasa en el intervalo comprendido entre el último latido del corazón de un presunto muerto y el primero que restablece el corazón artificial?

Aquí se plantea un problema con derivaciones metafísicas ajenas al propósito de TECNIRAMA.

Sin embargo, procuraremos contestar sin que ello signifique por nuestra parte que nos responsabilizamos por completo de nuestras aseveraciones.

La muerte es un fenómeno irreversible; es decir, un muerto no puede volver a la vida por medios naturales. Lo que es necesario puntualizar es, cuándo un organismo está muerto. Hasta no hace mucho se creía clínicamente que un individuo moría cuando dejaba de latir su corazón, quizá porque a través de los siglos se había comprobado que después de la interrupción de las funciones cardíacas, era imposible que el individuo volviera a la vida. Pero, pensando detenidamente, ¿se puede considerar que una persona está muerta porque no funciona uno de sus órganos?

Hay individuos a los cuales la extirpación de parte del estómago, un riñón, el páncreas u otros órganos, no ha alterado su existencia vegetativa. Entonces, ¿por qué a un organismo al que se le ha detenido el corazón deja de existir en ese momento y no tiene unos instantes más de vida?

De hecho un individuo no está muerto mientras exista posibilidad de volverlo a la vida; es decir, mientras los fenómenos que han producido su muerte aparente sean reversibles.

FECUNDACIÓN ARTIFICIAL

N. G. A. — La fecundación artificial consiste en el trasporte artificial de los espermatozoides, o células germinales masculinas, hasta los óvulos, o células germinales femeninas, de manera que se realice la fecundación. Normalmente, este término se aplica solamente a los animales.

La fecundación artificial, en el caso de los peces y otros animales que tienen fecundación externa, es muy fácil de realizar, mezclando en recipientes llenos de agua los óvulos y los espermatozoides. En los mamíferos, la fecundación artificial se realiza llevando los espermatozoides (en suspensiones con temperatura, acidez y presión osmótica convenientes) al interior de la vagina, para lo cual pueden utilizarse tubos.

Los espermatozoides se obtienen del macho con estímulos, generalmente, eléctricos. Los productos conseguidos con fecundación artificial son exactamente iguales a los de la fecundación natural, pero la gran ventaja de la fecundación artificial, en ganadería, es que un solo semental basta para fecundar un gran número de hembras, porque hay una gran concentración de espermatozoides que existen naturalmente en el semen de los animales, y que uno solo de ellos es suficiente, en teoría. Del esperma extraído de un semental escogido, se hacen diluciones y se prepara un número de dosis suficiente para una cantidad de fecundaciones muchísimo mayor que si el animal hubiera de copular las hembras por el procedimiento natural.

Hoy día, la fecundación artificial es de práctica corriente en muchas clases de animales domésticos, por ejemplo, en el ganado vacuno. Se puede conservar el esperma durante algún tiempo, si se toman las debidas precauciones. Se le envía a regiones muy distantes (por ejemplo, en avión).

En otras especies animales la fecundación artificial da resultados menos positivos desde el punto de vista práctico, pero siempre es realizable.

La fecundación artificial en ganadería viene a resolver el problema de dificultad en la selección de sementales, su elevado precio, etc.

En la especie humana es posible también la fecundación artificial, y su aplicación ha planteado numerosos problemas jurídicos, morales y religiosos.



CORREO DE LECTORES

Comunique sus dudas u objeciones a **TECNIRAMA**, a la dirección del distribuidor en su país. No olvide indicarnos cuáles son los temas de lectura que prefiere.

O. J. F. — ¿Cuál es el mayor fósil hasta hoy encontrado? Los animales de mayor tamaño, a juzgar por los restos que permiten su reconstrucción, son, como en el caso de los animales vivientes, los cetáceos, y, entre éstos, los restos de ballenas emparentados estrechamente con la ballena azul actual. Restos relativamente recientes (incluso del cuaternario próximo) de ballenas de esta clase permiten la reconstrucción de animales de cerca de cuarenta metros de longitud, y de un volumen considerable, juzgando por las proporciones, conocidas de todos, de estos cetáceos.
Por lo tanto, no son los famosos reptiles, ni los mastodontes, los que ganan por su tamaño entre los fósiles. Puede decirse que los cetáceos actuales no desempeñan mal papel en cuanto a tamaño, en comparación con los restos animales fósiles conocidos.

J. C. — TECNIRAMA publicará, en breve plazo, una tabla completa de todas las "partículas" elementales descubiertas hasta el momento. Con respecto a su segunda pregunta, existe más de un grupo de investigadores dedicado al estudio de la gravitación y de la antigravitacion, no sólo en sus aspectos teóricos, sino también en sus posibles consecuencias prácticas.

R. G. de F. — A pesar de tener sólo 450.000 habitantes, la **importancia internacional de Gabón** reside en sus enormes depósitos de mineral magnético de hierro (1.000 millones de toneladas) y su cuantiosa producción de uranio y manganeso.

G. D. P. — El **problema del movimiento perpetuo** no consiste en lograr un dispositivo que jamás se detenga, sino en construir una máquina que ejecute un trabajo sin recibir energía del exterior (lo que equivaldría a crear energía). El enunciado de Carnot, más específico, reza así: "es imposible fabricar una máquina que no haga otra cosa que levantar un peso y enfriar un recipiente" (en la máquina de vapor el calor **pasa** de la caldera al exterior, cuya temperatura se eleva, y sólo una parte de la energía térmica que circula se convierte en trabajo).

Y PARA CONCLUIR...

LOS 4 CUATROS MÁGICOS

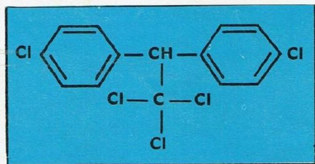
Este problema, expuesto por primera vez en el siglo pasado, ha gozado siempre de muchas simpatías entre los aficionados a la solución de paradojas y problemas matemáticos. Expongámoslo brevemente: Se trata de obtener, para toda la serie de números naturales, expresiones en las que aparezca 4 veces el número 4 junto con símbolos matemáticos simples. Para expresar los diez primeros números sólo son necesarios los signos de las cuatro operaciones fundamentales: sumar, restar, multiplicar y dividir. Aquí está la prueba:

$$1 = \frac{44}{44}$$
$$2 = \frac{4}{4} + \frac{4}{4}$$
$$3 = \frac{4+4+4}{4}$$
$$4 = 4\,(4 - 4) + 4$$
$$5 = \frac{(4 \times 4) + 4}{4}$$
$$6 = 4 + \frac{4+4}{4}$$
$$7 = \frac{44}{4} - 4$$
$$8 = 4 + 4 + 4 - 4$$
$$9 = 4 + 4 + \frac{4}{4}$$
$$10 = \frac{44 - 4}{4}$$

Proponemos al lector que encuentre expresiones semejantes para los números comprendidos entre 10 y 20, permitiéndole el uso adicional del signo de la raíz cuadrada (√). Si no encuentra ninguna para el número 19, no se desespere y siga adelante.

EL DESCUBRIMIENTO DEL D.D.T.

El diclorodifeniltricloretano, o D.D.T., como producto químico, fue descubierto en 1874 por Othmar Zeidler, un estudiante de la Universidad de Estrasburgo. Sin embargo, Zeidler nunca sospechó que tuviera notables propiedades insecticidas. En 1939, Paul Müller, un investigador de la casa Geigy, descubrió su acción insecticida.
Los antecedentes de este descubrimiento son algo curiosos, porque hasta entonces la Geigy no se dedicaba al campo de los insecticidas, sino a anilinas y tinturas de síntesis para la industria textil, productos farmacéuticos, etc. Hace veinte años, tenían el problema de encontrar un producto preventivo contra la polilla de la lana y comercializaron el "Mitin FF". A continuación, pensaron en investigar productos insecticidas de eficacia para grupos más amplios de insectos; en el curso de estos trabajos encontraron el difeniltricloretano, una sustancia que presentaba características prometedoras como insecticida. Lo inmediato fue introducir otros radicales químicos en su molécula para tratar de mejorar sus propiedades tóxicas, y prepararon una serie de compuestos utilizando el radical fenilo. Uno de ellos fue el D.D.T., cuya estructura química no hacía sospechar que tuviera tan extraordinarias propiedades insecticidas. La firma Geigy informó de su descubrimiento al gobierno británico en 1942, por lo que los aliados pudieron contar ya con este magnífico insecticida en la segunda guerra mundial; con la consecuencia de que disminuyeron notablemente sus bajas por enfermedad o condiciones sanitarias inadecuadas.



No obstante, las potencias del Eje tampoco iban desencaminadas en este campo de investigaciones, ya que los alemanes habían sintetizado el DFDT (tricloro-p-fluoro-fenil-etano), un preparado análogo al D.D.T., y el D.D.D. (dicloro-difenil-dicloretano), casi hermano gemelo del D.D.T. que, aunque menos eficaz que él, también era menos nocivo para el hombre y para los animales superiores.
Ambos productos fueron utilizados durante la segunda guerra mundial.
La Geigy cedió sus patentes a numerosas firmas comerciales de todo el mundo, aunque otras muchas, puesto que el producto estaba descrito por la síntesis de Zeidler desde 1874, no tuvieron que adquirirlo de la Geigy y, de hecho, hoy día gran parte del D.D.T. que se produce es por el procedimiento del estudiante de la Universidad de Estrasburgo.

FRASE DE LA SEMANA.

Dijo Goethe: "Vale más hacer la cosa más insignificante del mundo que estar media hora sin hacer nada".

PRECIOS DE VENTA (Rigen también para los números atrasados)

ARGENTINA,	Pesos	35.—
*COLOMBIA,	Pesos	3.—
*COSTA RICA,	Colones	2.—
*CHILE,	Escudos	1.—
ECUADOR,	Sucres	6.—
*EL SALVADOR,	Colones	1.—
ESPAÑA,	Pesetas	18.—
*GUATEMALA,	Quetzales	0,30
*HONDURAS,	Lempiras	0,60
*MÉXICO,	Pesos	3,50
*NICARAGUA,	Córdobas	2.—
*PANAMÁ,	Balboas	0,30
PERÚ,	Soles	10.—
*PUERTO RICO,	Dólares	0,30
*R. DOMINICANA,	Pesos	0,30
URUGUAY,	Pesos	4,50
*VENEZUELA,	Bolívares	1,50

Aparece todas las semanas

* Distribución a partir del 12 de octubre de 1964.